This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

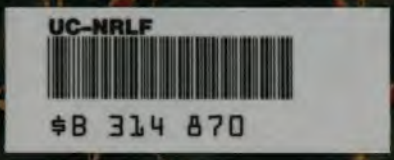
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

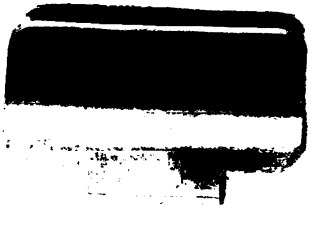
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

S
599
G3K3



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Königsberg Univ.
Class

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Königsberg Univ.
Class



Untersuchungen

über den Kalkgehalt ostpreussischer Bodenarten und seine Beziehungen zu einigen wichtigen Kulturpflanzen (unter spezieller Berücksichtigung litauischer und einiger masurischen Kreise).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der Albertus-Universität zu Königsberg i. Pr.

vorgelegt

und nebst den beigefügten Thesen

am Donnerstag den 22. Dezember 1904, vormittags 10 Uhr,

öffentlich verteidigt

von

Arno Kadgien.

Opponenten:

Herr cand. agr. **P. Kuhnke.**
Herr cand. agr. **W. Matz.**

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF ILLINOIS

Königsberg i. Pr.
Buchdruckerei R. Leupold.
1904.

Einleitung.

Nach dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Bodenkunde weist man unserem, landwirtschaftlichen Zwecken dienenden Boden eine Reihe von Funktionen zu, wie sie jedenfalls kaum vor Veröffentlichung der Liebigschen Lehre von der Pflanzenernährung und den unausgesetzten Forschungen namhafter Agrikulturchemiker und Pflanzenphysiologen bekannt gewesen sein dürften. Darnach soll der Grund und Boden in seiner Beziehung zur Kulturpflanze

1. ein Standort für die Pflanze sein;
2. eine direkte Nährstoffquelle für die Pflanze bilden;
3. imstande sein, vorhandene Überschüsse an Pflanzennährstoffen möglichst zurückzuhalten und vor Auswaschung zu schützen;
4. in ihm vorhandene nicht assimilierbare Nährstoffe in für die Kulturpflanze leichter aufnehmbarer Form überzuführen vermögen.

Man ersieht also jedenfalls daraus, daß der Kulturwert eines Bodens durch seinen Gehalt an Pflanzennährstoffen und das Vorhandensein gewisser Eigenschaften bedingt wird, die den Pflanzen erst die Nährstoffaufnahme und das Wachstum ermöglichen.

Zu einer gedeihlichen Entwicklung unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind als wichtigste Nährstoffe erforderlich: N, P_2O_5, K_2O, CaO und MgO. Das bestätigen uns in überzeugender Weise die seit Mitte vorigen Jahrhunderts zahlreichen Sand- und Wasserkulturversuche, welche die hohe Bedeutung der Chemie für die Agrikultur in um so helleres Licht setzen.

Die praktische Erfahrung vermag nur in den seltensten Fällen dem Landwirt einen klaren Aufschluß über den Mangel resp. das Vorhandensein von Nährstoffen im Boden liefern, vielmehr sind es die der wissenschaftlichen Bodenkunde zugrunde liegenden Naturwissenschaften, insbesondere die Geologie und Chemie, die ihm bei der rationellen Wirtschaft mit den landwirtschaftlichen Reichtümern als Führer dienen muß[1]).

Denn die durch geologische Momente gebotene Trennung der verschiedenen Sand-, Lehm-, Mergel-, Tonbodenarten bietet eine scharfe agronomische Charakteristik, die für weite Flächen Gültigkeit hat und die chemische Analyse wertvoll unterstützt. Von entscheidendem Einfluß über die Fruchtbarkeit eines Bodens ist besonders die Ermittlung des geologischen Profils[2]), und zwar bis zu zwei Meter Tiefe, denn durch die chemische Bodenanalyse erfahren wir in der Hauptsache nur den Gesamtgehalt der Nährstoffe im Boden, nicht aber die Form, in der diese verbreitet und von den Pflanzen leicht aufnehmbar sind (Knop, Hellriegel, Märcker u. a.).

---

1) Fühlings Landw. Zeitung 1893. Lohaus, Geologie und Landbau.

2) Orth, Kalk- und Mergeldüngung. Berlin 1896.

Bezüglich der Bestimmung der P_2O_5 und N ist es der Wissenschaft noch nicht gelungen, die im Boden enthaltenen leichter löslichen Nährstoffe von den schwerer löslichen zu trennen[1]).

Günstiger dagegen liegen schon die Verhältnisse bei Ermittlung der für die Pflanzen leichter aufnehmbaren Mengen an Kali und Kalk.

Insbesondere aber gewinnt die Bestimmung des Kalkgehaltes im Boden eine hervorragende Bedeutung[2]), denn es hat sich gezeigt, daß bei kalkarmen Böden reichliche Kalkzufuhr stets von günstigem Einfluß auf die Ertragsfähigkeit gewesen ist. Die in einem Boden enthaltene Kalkerde ist in sehr verschiedenen Verbindungen vorhanden, am häufigsten sind die Verbindungen mit CO_2, leichter und schwerer löslicher $Si O_2$, H_2SO_4 und P_2O_5; ferner mit Humussäure. Wenn gleich auch sämtliche dieser Verbindungen wohl in jedem Ackerboden vorhanden sind, bezw. sich in jedem vermöge der eingeführten Düngemittel bilden, so sind doch nicht alle für uns von gleicher Bedeutung, besonders ist es der kohlensaure Kalk, welcher unsere höchste Aufmerksamkeit als Bodenbestandteil in Anspruch nimmt[3]).

Auf sein Vorkommen im Ackerboden nehmen daher auch die geognostischen Forschungen der neueren Zeit ganz spezielle Rücksicht. Geben doch die

1) Fühlings Ldw. Zeitg. 1898. S. 892 ff. — Otto, die chemische Bodenanalyse, ihre geschichtl. Entwicklung und Bedeutung für die Landwirtschaft.

2) Zeitschrift der Landw. Kammer für Schlesien. 1902. Nr. 40. — Kalk in seiner Bedeutung für die Landwirtschaft.

3) Detmer, die naturwissenschaftl. Grundlagen der allgemeinen, landwirtschaftlichen Bodenkunde. Leipzig und Heidelberg 1876.

geologischen Karten viele Hinweise auf das Vorkommen von Kalksteinen und Mergeln, welche für die Verbesserung des Bodens im einzelnen unschätzbar sein können! Daraus erhellt der hohe Wert solcher geologischen Karten für den Landwirt und die nahe Beziehung der Geologie zur landwirtschaftlichen Bodenkunde. Gleichwohl hat man in früheren Zeiten einen solchen Zusammenhang nie recht gewürdigt. Erst die durch Fallon, v. Bennigsen-Förder und später durch Orth angeregten und eingeleiteten Untersuchungen des norddeutschen Flachlandes haben ein weitgehendes Interesse an diesen Fragen geweckt und gefördert.

Ein besonderes Verdienst gebührt aber der unermüdlichen Tätigkeit der Königlich preußischen geologischen Landesanstalt zu Berlin, welche seit dem Jahre 1878 geologisch-agronomische Karten des preußischen Flachlandes im Maßstabe 1 : 25000 publiziert.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Ausführung.

I.

Schon längst ist für die geologische Entstehungsweise des norddeutschen Flachlandes eine zuverlässige wissenschaftliche Erklärung gegeben, schon längst ist durch Forschungen namhafter Geologen (Behrendt, Orth, Wahnschaffe u. a.) erwiesen, daß unser Kulturboden seine Entstehung überwiegend den vom baltischen Norden ausgehenden Glazialbildungen zu verdanken hat, daß die Granite Norwegens in letzter Linie einen nicht unbeträchtlichen Bestandteil unserer Ackerkrume bilden[1]).

Bezüglich des Vorkommens von Kalk in den Böden Norddeutschlands stimmen die Angaben aller Autoren darin überein, daß in der norddeutschen Ebene in den „geschiebeführenden Diluvialmergeln die kalkhaltigen Untergrundsbildungen sehr verbreitet sind“[2]), da große Massen baltischer Kreidekalke, Jurakalke und älterer Kalke in der Eiszeit zerstört worden und in das Diluvium übergegangen sind.

Die in Ostpreußen (speziell in Litauen und Masuren) auftretenden Bodenarten, wie sie Gegen-

1) Passon, Handbuch des Düngewesens. Leipzig 1902.

2) Keilhack, Einführung in das Verständnis der geologisch-agronomischen Karten des norddeutschen Flachlandes. 3. Auflage. Berlin 1902.

stand nachstehender Untersuchungen bilden, haben zufolge der Zugehörigkeit zum norddeutschen Flachlande in ihrer Entstehungsweise und Konstitution viele Berührungspunkte mit den sonst in Norddeutschland verbreiteten Böden. Dank den mühevollen Forschungen von Schumann, Behrendt, Jentzsch, Keilhack u. a. sind wir über den geologischen Bau Ostpreußens hinlänglich orientiert, insbesondere bieten die Arbeiten von Jentzsch wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung unseres Kulturbodens.

An geologischen Gebilden kommen für Ostpreußen, soweit solche von wirklicher Bedeutung für die Bodenbildung und landwirtschaftliche Zwecke sind, die Formationen der quartären Periode in Betracht: das Diluvium und Alluvium; denn die Schichten der Tertiärformation nehmen, wo sie überhaupt bodenbildend auftreten, im Vergleich zur Quartärbedeckung nur sehr unbedeutende Flächen ein. Nach Jentzsch fehlen sie im nordöstlichen Ostpreußen überhaupt.

Vorherrschend unter den Diluvialbildungen tritt der sogenannte obere Geschiebemergel auf, an dessen Zusammensetzung alle Gesteine beteiligt sind und dem die norddeutsche Landwirtschaft ihre Produktionsfähigkeit in erster Linie verdankt[1]).

Von außerordentlich praktischer Bedeutung[2]), sagt Keilhack, ist bei dem Geschiebemergel die eigentümliche gesetzmäßige Verteilung des Kalkkarbonats; je reicher ein Geschiebemergel an sandigen Bildungen

---

1) Woelfer, Die geologische Spezialkarte uud die landwirtschaftliche Bodeneinschätzung in ihrer Bedeutung und Verwertung für Land- und Staatswirtschaft. Berlin 1892.

2) s. o.

ist, um so geringer ist sein Gesamtkalkgehalt, und der Kalkgehalt des gesamten Gebildes erreicht um so höhere Werte, je reicher es an den beiden Endgliedern der mechanischen Zusammensetzung (nämlich an grandigen und tonigen Bestandteilen) ist.

In der Form, wie er ursprünglich unter den nordisch-baltischen Eismassen gebildet wurde, tritt er nur ausnahmsweise unmittelbar an die Oberfläche, da seine obere Decke in der Regel der Verwitterung bereits anheimgefallen ist[1]).

Als die übrigen wichtigsten diluvialen Gebilde bezeichnet Jentzsch den Grand, Mergelsand und Tonmergel. Berücksichtigen wir den in diesen diluvialen Schichten bestehenden Kalkgehalt, so gibt darüber eine von Jentzsch aufgestellte Tabelle hinreichend Aufschluß[1]).

Darnach enthält:

	Geschiebemergel	Diluvialsand	Mergelsand	Tonmergel
Kalkphosphat	0,44	0,24	0,63	0,76
Kalksulfat	0,11	—	0,04	0,53
Kali	2,18	1,44	1,96	1,75
Natron	1,31	0,94	1,21	0,82
Tonerde	7,40	3,52	4,40	10,51
Eisen- und Manganoxyde . .	2,85	1,09	1,27	6,90
$S_1 O_2$, Silikate und Glühverlust	75,35	88,32	81,56	62,59
Karbonate	10,36	4,45	8,93	16,14

1) Jentzsch. Die geologischen Grundlagen von Ost- und Westpreußen. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin 1892. Seite 227.

Aus dieser mittleren Zusammensetzung diluvialer Gebilde ist leicht ersichtlich, daß der Kalk als ein kaum jemals fehlender Bestandteil des Geschiebemergels auftritt.

Wenn er trotzdem in den oberen Schichten, die als Ackerkrume dienen, nur in relativ geringen Mengen vorhanden ist, so ist dies nur darauf zurückzuführen, daß die Kalkteile durch die Einwirkung von Atmosphärilien verwittert, aufgelöst und in den Untergrund gewaschen wurden, in dem sie sich circa ein bis zwei Meter tief ablagerten[1]).

Durch solche Verwitterungsprozesse der Diluvialschichten ist unser Lehmboden entstanden. Natürlich vollziehen sich diese Verwitterungsprozesse je nach der Konfiguration des Bodens, seinen Untergrunds- und Mächtigkeitsverhältnissen mehr oder minder tiefgreifend. Die Ackerkrume erleidet zudem auch an anderen Pflanzennährstoffen unter den Einflüssen der meteorischen Niederschläge und Atmosphärilien bedeutende Verluste.

Diese Erkenntnis stellt aber die Bedeutung des Untergrundes für die Ackerkrume in ein um so helleres Licht, denn von seinen Bestandteilen hängt es wesentlich ab, wie weit den Verlusten der Ackerkrume ein Wiederersatz von Natur geboten wird.

Für die Kultur unserer ostpreußischen Bodenarten kommt unzweifelhaft der im Untergrund wohl allgemein verbreitete Mergel in Frage. Das haben die so zahlreich ausgeführten Untersuchungen und geognostischen Forschungen eines v. Bennigsen-Förder,

1) Meitzen, Der Boden und die landwirtschaftlichen Verhältnisse des preußischen Staates. Bd. V. Berlin.

Motherby, Schumann, Behrendt, Jentzsch u. a. erwiesen.

Auch Orth bezeichnet das Verbreitungsgebiet kalkhaltiger Untergrundsbildungen in unserer Provinz als ein sehr ausgedehntes, „so daß in einiger Tiefe an den zahlreichsten Stellen mergelige Grundlagen gefunden werden“ [1]).

Diese Regel erleidet allerdings in einem Falle eine gewisse Einschränkung, und zwar bei dem Diluvialsand, soweit dieser in größerer Mächtigkeit an der Bodenbildung beteiligt ist [2]).

Doch auch in der ursprünglichen Zusammensetzung dieses geologischen Gebildes macht sich, wie obige Tabelle zeigt, ein gewisser Kalkgehalt, in den feineren Mergelsanden nicht selten ein größerer Kalkgehalt bemerklich, während die darunter befindlichen quarzreichen Sande der Tertiärformation Mangel an Kalk aufweisen. Denn das Oberdiluvium der ostpreußischen Böden ist durch dazwischen gelagerte Sandschichten in mehrere Abteilungen geteilt, wie denn überhaupt die gesamte Gliederung der Diluvialschichten eine äußerst reiche und mannigfache ist.

Zu den alluvialen Bildungen, wie solche nur Diluvialschichten unter dem Einfluß der Atmosphärilien, Wasser und Wind entstanden sind, gehören vornehmlich: Flußton oder Schlick, der bei uns in größter Verbreitung an dem Flußlaufe der Memel, sowie anderer Flüsse vorkommt, ferner Torf, Moorerde, Wiesenkalk, Moormergel und Sand.

1) Orth, Kalk- und Mergeldüngung. Berlin 1896.

2) Jentzsch, Die Zusammensetzung des altpreußischen Bodens. Schriften der Physikal.-Ökonomischen Gesellschaft, Königsberg 1897.

Solche geologischen Bildungen weisen in der Regel insofern einen höheren Gehalt an Pflanzennährstoffen (besonders an Kalk) auf als das Diluvium, da in jenen nach Jentzsch Karbonate und andere leicht lösliche Stoffe aus den diluvialen Bildungen zur Abscheidung gelangen[1]). Osteocollen, Kalkstreifen, wie sie im Mergel vorkommen, Kalkkonkretionen, kalkige, dünne Überzüge über Geschieben, Diluvialsandsteine und lokale Anreicherung des braunen Lehmmergels. Der durch Auslaugung oberhalb verloren gegangene kohlensaure Kalk macht sich an Gehängen, Niederungen zum Teil unter Torf und auf Seegrund häufig durch das Vorhandensein von Süßwasserkalken (Kalktuff, Wiesenkalk, Seekreide) bemerklich.

Es würde zu weit führen, auf diese Gebilde näher einzugehen, nur mag noch hervorgehoben werden, daß die große Mehrzahl unserer Alluvialkalke und -Mergel durch die Tätigkeit von Pflanzen und Tieren am Grunde von Seen und Teichen (Seemergel) oder an quellenreichen Abhängen (Kalktuff) gebildet wird. In masurischen Kreisen treten diese Bildungen besonders häufig auf; vor allem der meist unter Torf lagernde Wiesenkalk.

Man kann also sagen, daß der Segen des Kalkes im Nordosten unseres Vaterlandes in der Diluvialzeit vom Norden her vielfach verbreitet ist, daß aber für den Gehalt der ostpreußischen Böden an Kalkerde, wie solche in heutigem Gewande der Pflanzenproduktion dienen, in erster Linie der Bildungs- und Auslaugungsprozeß entscheidend gewesen ist.

1) Jentzsch, s. o. Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft 1879.

In den oben erwähnten, bei uns auftretenden Kalkbildungen besitzt jedenfalls der praktische Landwirt ein Meliorationsmittel, das ihm stets und billig zur Verfügung steht; namentlich leistet ihm der Mergel zur Verbesserung des erschöpften Bodens außerordentliche Dienste[1]).

Bezüglich der übrigen, in ostpreußischen Ackererden vorkommenden Nährstoffe äußert sich Jentzsch dahin[2]) daß für den Boden unserer Provinz gegenüber anderen Teilen des Deutschen Reiches besonders bezeichnend ist der Reichtum an Kalk, Kali und Phosphor im Untergrunde, wodurch im Verein mit dem Klima die bekannte Graswüchsigkeit erklärt werde.

Zwar haben unsere oberflächlich in Kultur genommenen Bodenschichten, wie jedes Kulturland im Laufe der Jahrhunderte viel von ihrem ursprünglichen Nährstoffkapital eingebüßt, doch entsprechen die von Köhler wenigstens für P_2O_5 ermittelten Prozentzahlen in den meisten Fällen den Forderungen des Liebigschen Minimums[3]).

Bevor ich aber auf die im Boden vorkommenden und für die Pflanzenernährung erforderlichen Gehaltmengen an Kalkerde und ihre landwirtschaftliche Bedeutung näher eingehe, sei es mir gestattet, einen kurzen Überblick über die agronomische Verteilung der ostpreußischen Bodengattungen zu geben.

---

1) Landw. Jahrbücher aus Ostpreußen 1857. Königsberg. Motherby, Mitteilung über Mergel S. 29.

2) Jentzsch, Die geologischen Grundlagen von Ost- und Westpreußen. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. 1892. Bd. 7.

3) Königsberger land- und forstwirtschaftliche Zeitung 1891 Nr. 52. Köhler, Über den P_2O_5 und CaO-Gehalt ostpreußischer Ackererden.

Da Ostpreußen bezüglich seines geologischen Aufbaues in innigster Beziehung zu dem gesamten norddeutschen Flachlande gehört, so lassen sich die bei uns zutage tretenden geologischen Gebilde in vier Kategorien einteilen[1]):

1. Sande,
2. Lehme,
3. Tone,
4. Torf.

Eine speziellere Gliederung in acht Hauptgrupen gibt Gruner in seiner „Gesteins und Bodenkunde“[2]). Er teilt die Bodenarten ein wie folgt:

1. Sand,
2. Grand,
3. Stein,
4. Ton,
5. Lehm,
6. Mergel,
7. Kalk,
8. Humus.

Im allgemeinen besitzen die Lehm- und Sandböden, sowie ihre mannigfachsten Kombinationen die größte Verbreitung unter den ostpreußischen Bodengattungen.

Über ihre agronomische Verteilung stellt Meitzen nebenstehende Tabelle auf[3]).

Die Verteilung der Bodenarten in unserer Provinz ist danach ebenso eigenartig wie besonders günstig für den Ackerbau. Sind es doch gerade diese reich und mannigfaltig gegliederten Diluvialschichten, welche in erster Reihe die im allgemeinen

1) Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher 1900. Berlin. Hazard. Die geologisch-agronomische Kartierung als Grundlage einer allgemeinen Bonitierung des Bodens. S. 805 ff.

2) Gruner, Gesteins- und Bodenkunde. Berlin 1898.

3) Meitzen, Der Boden und die landwirtschaftlichen Verhältnisse des preußischen Staates. Berlin. Bd. V.

Bezeichnung der Bodenarten	Ostpreußen		Reg.-Bez. Königsberg		Reg.-Bez. Gumbinnen	
	Von der Gesamtfläche nehmen ein		Von der Gesamtfläche nehmen ein		Von der Gesamtfläche nehmen ein	
	in ha	in %	in ha	in %	in ha	in %
Gesamtfläche	3 697 776	—	2 111 219	—	1 586 557	—
Lehm (Ton) Boden zusammen	618 901	16,1	378 177	17,9	240 724	15,2
Lehm auf der Höhe	427 370	11,1	257 804	12,2	169 566	10,7
Lehm in den Flußniederungen	10 138	0,2	8 827	0,4	1 311	0,1
Grauer Lehm (Ton) auf der Höhe	152 243	4,1	85 325	4,0	66 918	4,2
Grauer Lehm (Ton) in den Flußniederungen	29 150	0,7	26 221	1,3	2 929	0,2
Sandiger Lehm und lehmiger Sand	1 891 244	52,0	1 127 465	53,5	763 779	48,1
Sandboden	852 087	23,0	477 687	22,6	374 400	23,6
Moorboden	190 948	5,1	72 177	3,4	118 771	7,5
Wasserflächen	144 596	3,8	55 713	2,6	88 883	5,6
Kalklager unter den Böden	2 918	0,1	1 327	0,1	1 593	0,1

vorhandene Fruchtbarkeit unserer Ackerböden bedingen!

Gewisse Bodenregionen lassen sich aber doch nicht verkennen[1]): Der nördliche Teil der Provinz ist überwiegend tonig, der mittlere und östliche mehr lehmig, während im Süden leichtere Bodenarten vorherrschen. Die für vorliegende Untersuchungen in Frage kommenden Kreise: Tilsit, Ragnit, Pillkallen, Stallupönen, Goldap, Angerburg, Darkehmen, Insterburg, Gumbinnen gehören größtenteils zu Littauen und umfassen den nordöstlichen Teil der Provinz. Für die Beurteilung der in diesen Kreisen vorherrschenden Bodenarten sind die in der Tabelle angegebenen Größenzahlen zu berücksichtigen, welche auf den Regierungsbezirk Gumbinnen Bezug nehmen. Zudem geben die geologischen Spezialkarten, so weit sie vorhanden sind, über diese Frage hinreichenden und wertvollen Aufschluß. Während in Masuren hauptsächlich leichtere Bodengattungen vertreten sind — es herrscht dort ein milder, warmer, sandiger Boden vor, — stellen die Mittel- und schwereren Böden für Litauen das Hauptkontingent unter den vorhandenen Ackererden[2]). Ganz vortrefflichen milden Lehm haben wir z. B. in der Richtung von Gumbinnen, Stallupönen, Schirwindt. Nur an einigen Stellen wird der milde Lehm von ganz strengem Lehm unterbrochen, namentlich in den Kreisen Insterburg, Ragnit, Tilsit, und macht nördlich von der

1) Jentzsch s. S. 11 Anm. 2.

2) Landwirtschaftliche Jahrbücher aus Ostpreußen. Königsberg 1857. — v. Bennigsen-Förder, Begutachtung des litauischen und masurischen Bodens in landwirtschaftlicher und geognostischer Beziehung.

Memel, sowie in dem südöstlichen Teile Litauens größeren Sandflächen Platz. Um Gumbinnen und Darkehmen gibt es einige Striche, in denen eine Sandbeimischung etwas stärker ist, was aber für den Ackerbau von der höchsten Wichtigkeit ist.

Die Höhenböden weisen also in Littauen die mannigfachsten Variationen auf, schwere Lehmböden wechseln mit leichteren Bodenarten[1]) und stellen ein glückliches Mischungsverhältnis von sandigem Lehm (ca. 25—40% Sand) und lehmigem Sand (ca. 60 bis 75% Sand) dar. Solche Bodenarten finden wir z. B. in den Kreisen Goldap, Angerburg, Stallupönen, Insterburg, Darkehmen, Pillkallen.

Die Qualität der in Ostpreußen auftretenden Sandböden ist bezüglich ihres Gehaltes an Mineralstoffen den Sandböden Mittel- und Süddeutschlands weit überlegen. Jentzsch fällt auf Grund seiner geologischen Erforschung Ostpreußens ein treffendes Urteil über die Verteilung und Beschaffenheit des ostpreußischen Bodens, wenn er sagt[2]):

„Im ganzen darf man wohl sagen, daß Ostpreußen in bezug auf Beschaffenheit und Verteilung des Bodens sich allen gleich großen Gebieten Deutschlands mindestens an die Seite stellen darf.

Unter alluvialen Gebilden ist in erster Linie der in den Ackererden des Memeltales vorherrschende Schlick zu nennen, ein Flußsand, dem wertvolle Lehm- und Mergelteile, sowie humose Bestandteile beigemengt sind. Diese Schlick- und Sandanhäufungen finden wir auch an den Flußabhängen der Inster, Pissa,

1) Zweck, Litauen, Stuttgart 1899.

2) Jentzsch, die geologischen Grundlagen von Ost- und Westpreußen. — Jahrbuch der D. L. G. 1892. S. 231.

Angerapp und Goldap. Alluvialen Charakters sind auch die in Litauen in relativ großer Verbreitung vorkommenden Hochmoore[1]), z. B. in den Kreisen

Pillkallen	7,1 %	von der Gesamtfläche.
Angerburg . . .	9,0 %	
Tilsit	13,0 %	
Niederung . . .	22,1 %	

Heidesandbildungen weisen die geologisch-agronomischen Karten besonders im „Jurabecken" östlich von Ragnit auf, ferner in den Kreisen Goldap, Insterburg und Tilsit.

An Torflagern sind die Kreise südlich von Gumbinnen verhältnismäßig reich, namentlich der Goldaper Kreis.

Was das Vorkommen von Kalklagern unter den Böden betrifft, so läßt sich in Litauen eine bedeutend geringere Verbreitung nachweisen als in Masuren, welches den kalksteinreichsten Teil der Provinz bildet[2]).

Die Art und Zusammensetzung der litauischen Bodengattungen läßt aber sonst auf einen relativ günstigen Gehalt an assimilierbaren Pflanzennährstoffen, speziell an Kalkverbindungen in der Ackerkrume, sowie im Untergrunde schließen, da es in der Natur ihrer Verwitterungs- und Aufschließungsverhältnisse liegt, daß bei ihren günstigen physikalischen Eigenschaften der assimilierbare, den Pflanzen zugängliche Anteil ein höherer sein muß — ein Grundsatz, der nach Orth auch auf die Kalkverbindungen im Ackerboden angewendet werden kann[3]).

---

1) Jentzsch, Moore der Provinz Preußen. — Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft. Königsberg 1878. S. 92.

2) Zweck, Litauen, Stuttgart 1899.

3) Orth, Kalk- und Mergeldüngung. Berlin 1896.

Es ist klar, daß ein leichter, durchlässiger Boden mit seinem ursprünglichen Gehalt an Pflanzennährstoffen bedeutend eher ins Minimum geraten wird, als ein bindiger, schwerer, weniger durchlässiger Boden.

Will man aber solche von einander verschiedenartigen Böden auf ihren Nährstoffgehalt untersuchen, so wird man naturgemäß auch die Untergrundsverhältnisse berücksichtigen müssen, wenigstens soweit dieselben für das Pflanzenwachstum in Frage kommen (ca. 2 m tief).

Die zahlreich unternommenen chemischen Bodenanalysen haben nun bezüglich des Kalkgehaltes Resultate ergeben, die mit dem vorhin Gesagten in vollem Einklang stehen: nämlich für leichtere Böden einen niedrigeren Kalkgehalt als für schwere.

Wenngleich auch Meyer[1]) Ausnahmen von dieser Regel gefunden hat und z. B. in einigen Sandböden einen höheren Kalkgehalt konstatierte als in einem schweren Verwitterungsboden des Granits, so gehört dies wohl zu den Seltenheiten.

Wie steht es mit dem Kalkvorrat eines Durchschnittsbodens, reicht derselbe aus, um die Ernährung der Kulturgewächse zu sichern? Die Beantwortung dieser Frage ist ja auch insofern von Interesse, als mit dem Kalkgehalte eines Bodens seine Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit in innigstem Zusammenhang steht. Die wissenschaftlichen Forschungen namhafter Pflanzenphysiologen (Hugo de Vries, Sachs, Boehm, Loew u. a.) haben uns hinreichend über die Rolle des Kalkes als Pflanzennährstoff aufgeklärt.

---

1) Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher 1900. S 995. — Meyer, Die Kalkverbindungen der Ackererde und Bestimmung des assimilierbaren Kalkes im Böden.

Jedoch die Funktionen, die der Kalk als direkter Pflanzennährstoff zu erfüllen hat, sind nicht allein von maßgebender Bedeutung; vielmehr bildet er nach Orth ein großartiges Hilfsmittel, um den Pflanzen rasch andere notwendige Nährstoffe zuzuführen — kurz, es sind die chemischen und physikalischen Wirkungen, die derselbe in der Ackerkrume ausübt und so indirekt die Fruchtbarkeit erhöht.

Wollen wir also die für das Pflanzenwachstum erforderlichen Minimalzahlen für Kalk feststellen, so werden wir die eben erwähnten Verhältnisse gebührend zu berücksichtigen haben.

Die Meinungen verschiedener Gelehrter (Heinrich, Orth, Märcker u. a.) über die erforderlichen Gehaltmengen an Kalk in einem Kulturboden gehen im einzelnen bisweilen auseinander, stimmen jedoch in dem Punkte überein, daß sie für leichte Böden einen niedrigeren Kalkgehalt als ausreichend annehmen als für schwere, wobei die Natur des Bodens für den als ausreichend anzusehenden Kalkgehalt eine wesentliche Rolle spielt. So z. B. ist nach Märcker[1]):

Der Kalkgehalt ist zu bezeichnen als	Lehmboden	Sandboden
arm, wenn er beträgt	unter 0,05 %	unter 0,05 %
mäßig, do.	0,10—0,25 =	0,10 =
normal, do.	0,25—0,50 =	0,10—0,20 =
gut, do.	0,50—1,00 =	0,20—0,30 =
reich, do.	über 1,00 =	über 0,30 =.

1) Jahrbuch der agrikultur-chem. Versuchsstation. Halle. 1896. II.

Nach Heinrich[1]) ist ein Boden in guter Kultur, wenn er 0,25—0,50 % Kalk enthält. Auf Grund seiner Untersuchungen gibt er folgende Grenzzahlen:

Kalkgehalt von

0,05 %	reicht noch aus	für	Roggen	und	Kartoffeln	
0,05—0,10 %	=	=	=	=	Hafer	= Gerste
0,10 %	=	=	=	=	Erbsen	= Wicken
0,12 %	=	=	=	=	Klee.	

Die Orthschen Zahlen[2]) weichen nicht viel von den Heinrichschen ab, nur hält er das Gedeihen von kalkliebenden Pflanzen (Klee, Erbsen, Wicken, Bohnen) bei 0,10 % für noch unsicher. Jedenfalls wird aber bei einem Gehalte von 0,25 % dem Kalkbedürfnis unserer Kulturpflanzen umsomehr genügt, je leichter aufschließbar diese Verbindungen sind und sollte nach Meyer der für alle Böden zu verlangende Kalkgehalt nicht unter 0,20 % betragen[3]).

Auf gleichem Standpunkt steht auch Gruner, der einem Boden, wenn er zur Produktion einer Maximalernte befähigt sein soll, einen Kalkgehalt von 0,2 bis 0,3 % anweist.[4])

Stutzer[5]) erachtet schon Böden mit einem Kalkgehalt von $< 0{,}25$ % als sehr kalkbedürftig und einer Kalkzufuhr gegenüber äußerst dankbar; erst Böden mit 0,5 % Kalkgehalt lassen eine Kalkung überflüssig erscheinen oder erheischen deren Notwendigkeit nur

1) Heinrich, Mergel und Mergeln. Berlin. 1896.

2) Orth, Kalk- und Mergeldüngung. Berlin. 1896. S. 88.

3) Thiels Landw. Jahrbücher 1900. Kalkverbindungen der Ackererde und Bestimmung des assimilierbaren Kalkes im Boden (von Meyer.)

4) Gruner, Gesteins- und Bodenkunde. Berlin. 1898.

5) Stutzer, Düngerlehre. Leipzig. 1901.

im Falle einer physikalischen Verbesserung. Als wohl zutreffende Zahlen können im allgemeinen angenommen werden:[1])

für leichten Sandboden . . . 0,2 %
= leichteren Lehmboden . . 0,3 =
= strengen Tonboden . . . 0,5 =

von in kochender HCl-löslichem Kalk. Haben wir aber durch die chemische Analyse niedrigere Gehaltmengen an Kalk in einem Boden ermittelt als die oben angeführten, so wissen wir, daß eine Kalkzufuhr geraten erscheint, schon aus dem Grunde, weil einmal eine dauernde Entkalkung der oberen Schichten durch atmosphärische Wässer und die im Boden sich bildende Kohlensäure im Laufe der Zeit zu erwarten ist, dann aber auch Beigaben von kali- und stickstoffhaltigen Düngemitteln (schwefelsaurem Ammonium, Chilisalpeter, Kainit, Carnallit) kalkentziehend auf den Boden wirken.

Sehr umfangreiche Untersuchungen des Bodens auf Kalk liegen in der neueren Zeit vor. Bereits haben verschiedene Versuchsstationen des deutschen Reiches zahlreiche Ackererden auf deren Kalkbedürftigkeit untersucht und hierin ein wertvolles Material zu Tage gefördert. Leider in allen Fällen können wir einen genügenden Aufschluß über die Kalkbedürftigkeit eines Bodens noch nicht erhalten, da wir zurzeit keine zuverlässige Methode der Kalkbestimmung haben, doch geben diese Analysen wenigstens wichtige Anhaltspunkte über den jeweiligen Kraftzustand des Bodens, seine Ertragsfähigkeit, Düngerbedürftigkeit etc.

---

1) Küster, Das Kälken des Ackers. Neudamm 1898. S. 17.

Namentlich in neuester Zeit wendet man der Frage nach den in unseren Ackererden vorrätigen Kalkmengen ein großes Interesse zu, und viele namhafte Vertreter der Wissenschaft haben es sich angelegen sein lassen, auf ganze Gebiete unseres Vaterlandes Klärung in diesen Problemen zu schaffen, so z. B. Orth, Soxhlet, Schulze, Meyer, Emmerling und v. a.

Bezüglich des Kalkgehalts der Ackererden in den anderen Provinzen und Teilen des Deutschen Reiches hat die Tätigkeit der landwirtschaftlichen Versuchsstationen Resultate gezeitigt, die den berechtigten Schluß zulassen, daß der weitaus größte Teil Deutschlands als kalkbedürftig anzusprechen ist.[1])

Die Böden unserer Nachbarprovinzen (Westpreußen, Posen, Pommern) zeichnen sich durch Kalkarmut aus — eine Eigenschaft, die für weite Flächen Gültigkeit hat und in einigen Fällen die bedenkliche Form gänzlichen Kalkmangels annimmt. Besonders trifft diese Tatsache zu auf westpreußische und pommersche Böden. Wiewohl die posenschen Böden im allgemeinen kalkarm sind, so weisen doch die besseren Böden relativ hohe Gehaltmengen an Kalk auf im Gegensatz zu dem Sandboden, der ausgesprochen kalkarm ist.

Analog liegen die Ergebnisse der Kalkuntersuchungen der Bodengattungen in Mittel- und Süddeutschland.

Besonders kalkarm[1]) haben sich die rheinischen Böden erwiesen, die größtenteils (ca. 95%) kalkbedürftig waren; das gleiche trifft auch auf hessische

1) Das landw. Versuchswesen und die Tätigkeit der landw. Versuchsstationen Berlin 1895—1902.

Böden zu, die aus der Verwitterung des Buntsandsteins hervorgegangen sind

Bezüglich des Kalkgehaltes schlesischer Kulturböden kommt Schulze zu dem Schluß, daß ihr Gehalt an Kalkverbindungen in den meisten Fällen (ca. 60%) nicht genügt, was auch aus dem in vielen Böden gefundenen Gehalt an Eisenoxydul hervorgeht.[1])

Die von Soxhlet untersuchten bayrischen Kulturböden enthielten zwar größtenteils hinreichende Kalkmengen,[2]) doch waren es immerhin noch 30%, die einer Kalkzufuhr bedürftig waren. Weit günstiger steht es mit den von Meyer untersuchten sächsischen Ackererden, die bei leichten Böden 0,333%, bei schweren Böden 0,694% Gesamtkalk zeigten.[3])

Die von Sachsse und Becker[4]) ausgeführte Untersuchung von Lößen des Königreichs Sachsen hat sogar einen hohen Kalkgehalt ergeben, der selbst noch als ausreichend in den durch Verwitterung vollständig von Karbonaten entblößten Lößboden bezeichnet werden konnte.

Günstigen Kalkgehalt zeigten auch die von Wolff untersuchten württembergischen Bodenarten[5]) — eine Untersuchung, welche die in Württemberg besonders verbreiteten Gebirgsformationen in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit und in verschiedenen Verwitterungsstufen, sowie die daraus hervorgegangenen Kultur-

1) Der Landwirt. XXX. Jahrgang Nr. 50 u, 51.

2) Orth, Kalk- und Mergeldüngung. Berlin 1896. S. 89.

3) Thiels Ldw. Jahrbücher 1900. S. 995.

4) Ldw. Versuchsstationen 1801. Sachsse u. Becker, Über einige Löße des Königreichs Sachsen.

5) Mitteilungen aus Hohenheim, herausgegeben von Voßler. Stuttgart 1887. „Chemische Untersuchung einiger Gesteine und Bodenarten Württembergs.“ S. 20.

böden betrifft. Danach erwies sich die Verwitterungsstufe des Buntsandsteins in Württemberg als kalkarm (analog dem hessischen Buntsandstein). Die anderen Formationen (Lias, der Schwarze, Braune, Weiße Jura) enthielten reichlich Kalk, wobei in der Regel der Ackerkrume mehr Prozentanteile Kalk zufielen als dem Untergrund.

Von Interesse dürfte eine neuere von Luedecke ausgeführte Untersuchung rheinhessischer Böden sein,[1]) durch welche der Verfasser den Nachweis erbracht hat, daß die Ackererden im sogenannten Mainzer Becken ungeheuer kalkreich sind, ja in einigen Fällen zu hohen, und deshalb schädlichen Kalkgehalt aufwiesen. Im Gegensatz dazu zeigten die aus den östlich gelegenen Teilen (Odenwald, Pfalz) entnommenen Erdproben relativ geringen Kalkgehalt.

Da Ostpreußen in seiner geologischen Entstehungsweise mit Norddeutschland viele Berührungspunkte hat, so dürften noch die von Emmerling ausgeführten Untersuchungen schleswig-holsteinischer Böden von Interesse sein.[2]) Er teilte die untersuchten Böden in Lehm-, Sand- und Marschböden und konstatierte bei den Sandböden (besonders den humusreichen und anmoorigen Böden) Kalkarmut resp. Kalkmangel, während der Kalkgehalt der Lehm- und besonders der Marschböden ein hoher war. Einen günstigen Kalkgehalt zeigten auch die an der Versuchsstation zu Halle aus-

1) Mitteilungen der Ldw. Institute der Kgl. Universität Breslau. II. Heft. Berlin 1899. — Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen, des Rheingaues und Taunus.

2) Agrikult.-chem. Untersuchungen, Versuche u. Analysen mit besond. Berücksichtigung schleswig-holsteinischer Landesverhältnisse. Kiel 1895. S. 168 ff.

geführten Untersuchungen von Bodenarten des Großherzogtums Oldenburg,[1]) und zwar die am Jadebusen auftretenden Schlickablagerungen, die 2,27—5,28 % Kalk enthielten (zumeist gebunden an CO_2).

Man ersieht jedenfalls aus allen diesen Untersuchungen, wie notwendig es ist, sich über den Kalkgehalt der Kulturböden Klarheit zu verschaffen. Daß der deutsche Kulturboden zum größten Teil kalkarm ist, kann uns andererseits nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, daß jahrhundertlange Kultur zu Verlusten und teilweise vollständiger Einbuße des früheren Nährstoffkapitals wesentlich beigetragen hat.

So weist Passon[2]) z. B. im östlichen Teile des Deutschen Reiches einen geringen Vorrat an P_2O_5 und K (besonders bei leichten Böden) nach. Das mag wohl für einzelne Striche unserer Provinz Gültigkeit haben. Im allgemeinen haben aber neuere Untersuchungen,[3]) wenigstens bezüglich der P_2O_5, günstigere Resultate geliefert und den Beweis erbracht, daß ein geringer Vorrat an P_2O_5 in Ostpreußen jedenfalls nicht allgemeinen Charakters ist, sondern vielleicht nur in einzelnen Strichen sich bemerkbar macht.

Ähnlich steht es auch mit dem Kalkgehalt unserer ostpreußischen Bodenarten. Mit dieser Frage hat sich eingehend Dr. Köhler an der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Königsberg i. Pr. beschäftigt,[4]) der an Böden aus dem Regierungsbezirk Königsberg

1) Das landw. Versuchswesen und die Tätigkeit der landw. Versuchsstationen. Berlin 1897.

2) Passon, Handbuch des Düngewesens. Leipzig 1902.

3) Königsberger Landd- und forstwirtschaftliche Zeitung. Königsberg 1891. — Köhler, Über den Phosphorsäure- und Kalkgehalt ostpreuß. Ackererde.

4) dto.

nachgewiesen hat, daß „in den meisten Fällen genügende Mengen Kalk vorhanden waren und nur in wenigen Fällen die Grenzzahl 0,2% nicht erreicht wurde.“ Als Beleg dafür mögen die von ihm ermittelten Gehaltzahlen an Kalk dienen:

	Mittel
I. 0,18—1,9 %	0,74 %
II. 0,15—1,3 %	0,42 %
III. 0,10—0,39 %	0,25 %

Einzelne Erden zeichneten zich durch noch stärkeren Kalkgehalt aus (4,43—7,5 %). In Moorerden fand er einen Gehalt von 0,14—6,04 %, sogar in einer 13,80 %.

Diese Zahlen beweisen also zur Genüge, daß unsere ostpreußischen Bodenarten keineswegs an Kalkarmut leiden, und daß „der Kalkgehalt in denselben nur zum kleineren Teil die für die Pflanze nötige Menge nicht erreicht“.

Doch gibt es in Ostpreußen auch gewisse Striche, die spezifisch kalkarme Böden aufweisen. So wissen wir durch die Forschungen von Jentzsch[1]), daß bei einigen südlichen Kreisen (Johannisburg, Ortelsburg, Neidenburg) der Kalkgehalt in den erreichbaren Tiefen fehlt.

Es ist daher von Interesse zu prüfen wie sich die Bodenarten der litauischen und einiger masurischen Kreise nach dieser Richtung hin verhalten und die Frage zu erörtern: Macht sich eine Kalkarmut unter diesen Ackererden bemerkbar oder sind darin hinreichende, für das Gedeihen der landwirtschaftlichen Kulturgewächse erforderliche Gehaltmengen an Kalk nachweisbar?

1) Schriften der Physikal.-Ökon. Gesellschaft, Königsberg 1879. Jentzsch, „Die Zusammensetzung des altpreußischen Bodens“.

Angesichts dieser, für den Landwirtschaftsbetrieb im Osten unseres Vaterlandes bedeutsamen Probleme sind nachstehende Untersuchungen entstanden.

Bevor ich aber die Ergebnisse der Bodenanalysen zusammenstelle, möchte ich einige kurze Angaben über die angewandten Methoden machen.

Arbeitsmethoden.

Die Entnahme der Bodenproben wurde persönlich ausgeführt resp. geleitet und erfolgte nach den für die landwirtschaftlichen Versuchsstationen geltenden Bestimmungen. Die Tiefe der Probenahme betrug bei den Ackerkrumen 15 und 20 cm, für den Untergrund der Äcker war sie meist bis 15 cm tiefer als bei der Ackerkrume (15—30 cm oder 20—35 cm).

Zur näheren Orientierung wurden an die betr. Herren Gutsbesitzer Fragebogen gesandt, welche folgende 10 Punkte enthielten:

1. In welche Klassen sind die Bodenarten, von denen die Proben entnommen, eingeschätzt?
2. Tiefe der Ackerkrume?
3. Lage der betr. Bodenarten (geneigt, eben)?
4. Angabe der Fruchtfolge.
5. Angabe der Düngung.
6. a) Sind Mergelungen oder Kalkungen auf Ackerland und Wiesen ausgeführt, wann und in welchem Umfange?
   b) Welche Erfahrungen sind damit gemacht?
7. Sind Mergellager im Ihrem Kreise vorhanden?
8. Angabe vermutlich kalkarmer Feldstücke?
9. Angabe über das Gedeihen kalkliebender Pflanzen (Klee, Leguminosen)?
10. Welche Bodenarten herrschen in Ihrem Kreise vor?

Zur Untersuchung gelangten insgesamt 119 Böden, von denen 65 Ackerkrumen und 54 Untergrundböden waren[1]).

Folgende Untersuchungen wurden ausgeführt:

A. Mechanische Untersuchung.

B. Chemische Untersuchung.

A. Die mechanische Analyse wurde nach den für die landwirtschaftliche Versuchsstationen vereinbarten Methoden durchgeführt. Die Bodenproben wurden in noch mäßig feuchtem Zustand durch ein Rundlochsieb von 2 mm Weite getrieben und dadurch die Steine vom Feinboden getrennt. Die Feinerde blieb bis zu vollständiger Lufttrockne liegen. 500 g dieser lufttrockenen Feinerde wurden mit Wasser übergossen, eine Stunde lang gekocht und dann durch die Siebe gewaschen, wodurch eine Trennung der Bodenkörner auf 1, 0,5, 0,2 und 0,1 mm ermöglicht wurde.

Weitere 50 g lufttrockener Feinerde wurden mit Hülfe des Kühn-Wagnerschen Schlämmcylinders auf ihren Gehalt an abschlämmbaren Teilen untersucht.

B. Da die gefundenen Gehaltmengen an Kalk auf Trockensubstanz bezogen werden sollten, so wurde die lufttrockene Feinerde auf Wassergehalt geprüft. Es geschah dies im Trockenschrank bei einer Temperatur von 105°.

Der Gang der analytischen Methode war folgender:

50 g lufttrockener Feinerde wurden mit 500 ccm 10prozentiger NH_4Cl-Lösung (einschließlich des ermittelten Wassergehalts der betreffenden Feinerde) in Kochflaschen mit Rückflußkühler 1¼ Stunde auf dem Sandbade gekocht. Nach erfolgter Abkühlung

1) Landwirtschaftliche Versuchsstation, Berlin 1891.

wurde die Lösung sauber durchfiltriert und von derselben 100 ccm in ein Becherglas überpipettiert. Aus dieser Lösung wurde Eisen und Thonerde durch NH_3 gefällt; im Filtrate das Calcium durch Ammoniumoxalat gefällt und als CaO gewogen.

Weitere 100 ccm des Filtrates dienten zur Kalkbestimmung nach der Meyerschen Methode[1]), wobei die Lösung mit Essigsäure schwach angesäuert und in der Siedehitze mit oxalsaurem Ammon gefällt wird. Der Niederschlag wird nun genau so wie bei jeder Kalkbestimmung behandelt.

Von Lösungen stark humoser Böden wurden 100 ccm in eine Porzellanschale pipettiert und auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Nach wiederholtem Anfeuchten mit HCl und HNO_3 völlig zur Trockne gebracht, wird der Inhalt geglüht bis zur reichlichen Dämpfeentwicklung. Die dann verbleibende Masse wird nach erfolgter Abkühlung mit HCl-haltigem Wasser aufgenommen und heiß durchfiltriert. Das Filtrat behandelt man nun nach oben beschriebener Weise.

Die folgenden Tabellen I und II enthalten die Resultate der mechanischen und chemischen Analyse der ostpreußischen Böden.

Die gebrauchten Abkürzungen A und U bedeuten Ackerkrume und Untergrund.

Zu bemerken bleibt noch, daß die mechanische Analyse nicht von allen Böden hat durchgeführt werden können, weil durch ein Versehen 13 Böden abhanden gekommen waren.

---

1) Thiels Landwirtschaftlichen Jahrbücher, Berlin 1900. Meyer, Die Kalkverbindungen der Ackererde und Bestimmung des assimilierbaren Kalkes im Boden. S. 989.

Tabelle I.

Mechanische Zusammensetzung der untersuchten Böden.

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grobkies	Feinkies	Grobsand	Feinsand	Staubsand	Ton
Tilsit	Berneiten							
	A_1	2,877	0,390	1,499	7,186	17,93	51,75	18,37
	U_1	2,29	0,25	1,137	6,292	13,23	53,9	22,9
	A_2	0,694	0,472	29,22	12,96	20,22	23,08	13.35
	U_2	0,535	4,476	4,214	21,13	22,27	29,83	17,55
	A_3	0,336	0,4099	4,015	19,23	22,32	24,52	29,18
	U_3	0,0	0,743	2,537	9,517	18,88	40,51	27,82
	A_4	0,528	0,9322	4,028	31,68	15,43	24,57	22,76
	U_4	1,062	0,332	3,152	16,62	28,96	30,55	19,32
Ragnit	Althof-Ragnit							
	A_1	4,18	0,2479	2,367	10,71	14,47	54,97	13,29
	U_1	1,331	0,3802	2,551	5,456	11,41	61,22	17,65
	A_2	0,10	0,5714	1,634	9.488	18,57	48.997	20,64
	U_2	3,129	0,633	2,875	4,641	21,61	50,58	16,53
	A_3	0,773	10,19	12,85	3,354	18,2	41,95	12,68
	U_3	0,332	8,784	7,763	10,14	22,87	38,26	11,85
	A_4	3,589	0,5568	1,349	4,834	18,55	56,62	14,5
	U_4	2,371	1,255	4,237	14,91	15,31	19,60	42,32
„	Rucken							
	A_1	0,631	0,961	5,792	14,56	13,42	27,38	37,26
	U_1	4,73	0,232	2,165	4,308	11,58	49,26	27,73
	A_2	0,41	1,111	4,952	14,18	1,283	51,31	26,75
	U_2	1,238	1,349	4,236	18,63	14,64	39,31	20,6
	A_3	2,37	1,013	6,579	12,79	12,76	49,04	15,45
	U_3	3,76	0,5081	3,475	7,025	13,51	42,9	28,82

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grob-	Fein- kies	Grob-	Fein- sand	Staub- sand	Ton
Pillkallen	Scharen							
	A_1	4,63	0,552	8,279	21,27	17,31	34,94	13.02
	U_1	2,32	0,2599	24,75	35,63	8,847	14,39	13,8
	A_2	2,044	0,3355	5,934	17,29	13,86	45,46	15.08
	A_3	3,91	0,2155	4,199	14,74	6,366	56,47	14,1
„	Uszpiaunen							
	A_1	4,382	1,034	2,527	12,47	11,0	54,51	14,08
	U_1	4,029	0,53	2,56	3,71	13,3	47.63	28,24
	A_2	4,972	11,46	6,33	6,026	9,294	28.59	33,33
	U_2	0,41	0,1857	0,101	1,30	8,798	54,71	34.5
	A_3	5,116	0,6422	3,832	27,45	16,28	23,45	23,23
	U_3	4,939	0,16	2,05	2,59	8,9	51.98	29,39
	A_4	6,79	0,8768	4,70	9,468	13,47	39,73	24,97
	U_4	7,475	4,431	2,175	7,345	10,98	32.87	34,73
Stallupönen	Jentkut-kampen							
	A_1	1,907	1,214	5,105	17,92	2,84	47,98	23,04
	U_1	4,166	1,346	5,441	12,81	25,72	32,52	18,0
	A_2	1,328	0,1274	1,69	11,64	15,24	50,85	19.13
	A_3	4,13	2,446	11,34	27,73	25,81	20,24	5,31
	A_4	9,822	8,228	24,19	19,01	16,47	7,59	12,69
	U_4	7,706	36,7	32,32	9,397	4,642	1.70	7,543
„	Milluhnen							
	A_1	1,22	0,5801	4,504	13,12	22,74	40,58	17,26
	U_1	0,204	1,793	1,343	2,912	21,27	38,98	33,5
	A_2	2,416	8,204	2,695	13,17	28,16	33,05	12,31
	U_2	0,14	0,0352	0,6026	7,836	30,07	41,06	20,26
	A_3	3,459	7,905	3,558	9,164	33,37	26,75	15,8
	U_3	4,569	0,6027	1,854	19,86	6,05	45,19	21,88

OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grob-	Fein- kies	Grob-	Fein- sand	Staub- sand	Ton
Goldap	Kettenberg							
	A_1	5,49	—	—	—	—	—	—
	U_1	3,37	—	—	—	—	—	—
	A_2	2,76	—	—	—	—	—	—
	U_2	1,99	—	—	—	—	—	—
„	Ostrowen							
	A_1	5,416	—	—	—	—	—	—
	U_1	3,813	—	—	—	-	—	—
	A_2	4,666	—	—	—	—	—	—
	U_2	4,924	—	—	—	—	—	—
„	Goldap							
	A_1	2,001	2,828	13,39	34,22	16,8	21,81	8,952
	U_1	6,233	1,006	3,419	10,19	7,78	55,66	15,71
	A_2	5,458	6,639	14,13	31,76	14,13	15,03	12.65
	U_2	4,929	0,4912	1,734	6,673	9,272	59.25	17.65
	A_3	5,603	1,169	6,525	15,02	17,05	37,99	16.64
	U_3	8,277	2.56	9,527	18,51	24,65	21,76	14,52
„	Kosacken							
	A_1	7,846	0,5866	1,372	1,0	10,51	59,5	19.19
	A_2	6,383	1,553	14,56	20,9	21,57	23,64	11,4
Angerburg	Gr. Lenkuk							
	A_1	1,361	1,705	10,02	21.65	23,69	23,58	18.4
	U_1	0,813	1,138	7,663	19,01	22,06	37,7	11.62
	A_2	0,402	1,148	9,636	28,21	17,06	30,38	13.17
	U_2	3,689	1,344	8,662	25,93	21,22	27,18	11.98

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grobkies	Feinkies	Grobsand	Feinsand	Staubsand	Ton
Angerburg	Frankenort							
	A_1	1,456	8,995	5,549	22,04	23,85	19,33	18,78
	U_1	2,18	0,9959	6,719	20,16	18,46	35,03	16,46
	A_2	0,878	6,061	9,315	26,02	20,07	25,67	11,99
	U_2	0,767	1,60	8,439	19,01	29,56	19,2	21,43
	A_3	7,975	1,056	8,644	22,94	18,24	25,06	16,09
	U_3	1,086	1,706	9,815	26,63	19,97	20,85	19,95
Darkehmen	Notrienen							
	A_1	4,94	6,115	4,983	15,31	24,96	28,44	15,26
	U_1	6,39	0,6805	6,18	20,0	24,85	22,67	19,23
	A_2	2,023	0,6594	10,56	16,19	18,54	18,03	34,0
	U_2	3,05	0,8632	5,101	15,14	23,94	36,25	15,66
	A_3	4,51	1,002	7,111	19,63	23,41	32,86	11,48
	U_3	0,846	1,563	5,546	16,04	23,26	32,23	19,52
	A_4	5,122	0,7939	6,222	24,05	19,24	10,3	24,28
	U_4	0,311	4,517	5,18	16,44	23,84	31,94	17,78
Insterburg	Althof-Insterburg							
	A_1	5,36	1,237	1,484	4,801	12,82	60,51	13,79
	U_1	2,65	3,447	3,482	16,14	28,87	29,49	15,93
	A_2	5,84	0,7925	10,19	14,18	22,06	28,35	18,59
	U_2	3,14	8,732	5,784	23,44	25,16	15,74	18,01
	A_3	5,92	0,4445	7,36	18,97	21,94	23,96	21,41
	U_3	9,301	0,6956	3,559	15,99	17,65	41,1	11,71
	A_4	3,131	0,2429	0,8072	4,171	7,894	61,21	22,55
	U_4	4,824	0,3416	3,321	8,537	16,4	52,64	19,94

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grobkies	Feinkies	Grobsand	Feinsand	Staubsand	Ton
Insterburg	Heynehof							
	A_1	1,29	0,3949	1,312	2,624	6,17	48,45	39,76
	A_2	1,106	15,42	1,712	2,738	8,754	51,48	18,79
	A_3	0,933	0,2634	1,024	4,527	5,023	51,27	36,96
„	Dwarischken							
	A_1	0,736	1,414	4,987	14,43	6,679	51,97	19,79
	U_1	1,831	0,9723	6,139	12,28	6,79	52,9	19,09
	A_2	2,5	0,4339	1,417	17,29	14,19	39,08	25,09
	U_2	2,372	1,023	5,67	12,61	6,93	5,057	20,81
	A_3	1,078	1,424	4,451	10,97	15,85	39,48	26,75
	U_3	1,925	0,9788	3,572	7,515	17,08	36,72	32,21
Gumbinnen	Stanneitschen							
	A_1	4,149	0,4514	2,05	9,369	22,8	36,03	25,16
	U_1	0,283	0,3301	1,835	4,992	21,38	35,69	35,49
	A_2	0,247	0,8804	2,169	6,501	22,12	44,98	23,13
	A_3	0,803	1,221	1,557	3,563	12,08	55,68	25,1
	U_3	0,216	0,585	4,156	6,21	9,18	38,82	40,82
„	Rudupönen							
	A_1	3,871	4,624	27,84	31,13	13,18	7,33	12,03
	U_1	3,515	3,532	24,45	35,14	8,742	10,99	13,64
	A_2	4,057	0,8859	16,77	14,74	20,53	16,49	26,53
	U_2	3,442	0,6708	4,13	12,07	21,01	39,33	19,35
	A_3	6,162	0,5007	3,548	11,39	17,24	48,33	12,84
	U_3	3,314	0,3798	3,775	6,567	22,12	32,01	31,83

Name des Kreises	Name der Besitzung	Steine und Steinkies	Grobkies	Feinkies	Grobsand	Feinsand	Staubsand	Ton
Gumbinnen	Gr. Eszerisken							
	A_1	2,538	0,8682	3,048	12,51	20,33	43,01	17,8
	U_1	1,939	1,018	3,977	7,769	13,94	56,94	14,42
	A_2	1,014	0,9469	4,953	10,66	22,69	36,83	22,91
	U_2	3,551	0,76	5,522	16,03	18,08	28,49	27,57
	A_3	1,553	0,8116	4,541	16,07	18,58	43,98	14,46
	U_3	4,129	1,24	4,74	12,26	15,5	42,1	20,13
Johannisburg	Arys							
	A_1	2,407						
	U_1	10,37						
	A_2	8,61						
	U_2	1,179						
	A_3	4,59						

Tabelle II.

Kalkgehalt der Böden.

Name des Kreises	Name der Besitzung		Gehalt der wasserfreien Feinerde an CaO in %	
				nach Meyer
Tilsit	Berneiten			
		A_1	0,375	0,370
		U_1	0,385	0,375
		A_2	1,845	1,830
		U_2	0,310	0,300
		A_3	0,190	0,195
		U_3	0,215	0,205
		A_4	0,135	0,140
		U_4	0,145	0,140
Ragnit	Althof-Ragnit			
		A_1	0,295	0,290
		U_1	0,115	0,105
		A_2	0,140	0,130
		U_2	0,115	0,120
		A_3	0,290	0,280
		U_3	0,245	0,240
		A_4	0,410	0,400
		U_4	0,240	0,240
„	Rucken			
		A_1	0,355	0,345
		U_1	1,295	1,290
		A_2	0,765	0,750
		U_2	0,900	0,890
		A_3	0,335	0,330
		U_3	0,550	0,545

Name des Kreises	Name der Besitzung		Gehalt der wasserfreien Feinerde an CaO in %	nach Meyer
Pillkallen	Scharen			
		A_1	0,415	0,410
		U_1	0,420	0,425
		A_2	0,425	0,410
		A_3	0,565	0,555
„	Uszpiaunen			
		A_1	0,745	0,755
		U_1	0,555	0,550
		A_2	1,235	1,235
		U_2	0,695	0,690
		A_3	0,325	0,320
		U_3	0,595	0,590
		A_4	0,465	0,450
		U_4	0,375	0,365
Stallupönen	Jentkutkampen			
		A_1	0,250	0,240
		U_1	0,165	0,175
		A_2	0,325	0,315
		A_3	0,125	0,130
		A_4	0,135	0,125
		U_4	0,140	0,145
„	Milluhnen			
		A_1	0,510	0,50
		U_1	0,805	0,80
		A_2	0,375	0,375
		U_2	0,610	0,60
		A_3	0,530	0,510
		U_3	0,545	0,530

Name des Kreises	Name der Besitzung.		Gehalt der wasserfreien Fernerde an CaO in %	nach Meyer
Goldap	Kettenberg			
		A_1	0,315	0,320
		U_1	0,265	0,250
		A_2	0,465	0,450
		U_2	0,350	0,340
„	Ostrowen			
		A_1	0,445	0,435
		U_1	0,495	0,490
		A_2	0,265	0,255
		U_2	0,410	0,405
„	Goldap			
		A_1	0,130	0,120
		U_1	0,235	0,230
		A_2	0,200	0,215
		U_2	0,320	0,330
		A_3	0,383	0,585
		U_3	0,425	0,415
„	Kosacken			
		A_1	0,320	0,315
		A_2	0,255	0,245
Angerburg	Gr. Lenkuk			
		A_1	1,245	1,240
		U_1	0,140	0,150
		A_2	0,325	0,325
		U_2	0,330	0,330

Name des Kreises	Name der Besitzung		Gehalt der wasserfreien Feinerde an CaO in %	
				nach Meyer
Angerburg	Frankenort			
		A_1	0,375	0,370
		U_1	0,405	0,400
		A_2	0,260	0,265
		U_2	0,220	0,210
		A_3	0,190	0,185
		U_3	0,105	0,110
Darkehmen	Notrienen			
		A_1	0,255	0,250
		U_1	0,280	0,285
		A_2	0,360	0,360
		U_2	0,200	0,210
		A_3	0,505	0,505
		U_3	0,845	0,840
		A_4	0,650	0,650
		U_4	1,145	1,155
Insterburg	Althof-Insterburg			
		A_1	0,280	0,270
		U_1	0,260	0,255
		A_2	0,640	0,645
		U_2	0,370	0,360
		A_3	0,270	0,270
		U_3	0,165	0,160
		A_4	0,760	0,760
		U_4	0,405	0,395

Name des Kreises	Name der Besitzung		Gehalt der wasserfreien Feinerde an CaO in %	
				nach Meyer
Insterburg	Heynehof			
		A_1	0,455	0,445
		A_2	0,550	0,555
		A_3	0,485	0,470
„	Dwarischken			
		A_1	0,575	0,565
		U_1	0,685	0,670
		A_2	0,475	0,470
		U_2	0,645	0,635
		A_3	0,335	0,335
		U_3	0,365	0,350
Gumbinnen	Stanneitschen			
		A_1	0,210	0,20
		U_1	0,235	0,225
		A_2	0,200	0,20
		A_3	0,630	0,630
		U_3	0,47	0,475
„	Rudupönen			
		A_1	0,125	0,120
		U_1	0,115	0,100
		A_2	0,280	0,275
		U_2	0,440	0,445
		A_3	0,460	0,460
		U_3	2,595	2,575

Name des Kreises	Name der Besitzung		Gehalt der wasserfreien Feinerde an CaO in %	
				nach Meyer
Gumbinnen	Gr. Eszerisken			
		A_1	0,470	0,460
		U_1	0,575	0,565
		A_2	0,260	0,265
		U_2	0,250	0,245
		A_3	0,325	0,320
		U_3	0,520	0,515
Johannisburg	Arys			
		A_1	0,180	0,180
		U_1	0,230	0,225
		A_2	0,025	0,020
		U_2	0,045	0,035
		A_3	2,030	2,025

Die in den Tabellen I und II erwähnten Gutsbezirke sind so gewählt, daß die darin vorkommenden Bodenarten zugleich typische Beispiele für die in dem betreffenden Kreise auftretenden Kulturböden darstellen. Leider konnte aus den Kreisen Tilsit und Darkehmen nur je ein typisches Beispiel gewählt werden, doch geschah dies ebenfalls unter Berücksichtigung aller in den betreffenden Kreisen vorherrschenden Bodengattungen.

Die Tabelle I über die mechanische Zusammensetzung der untersuchten Böden zeigt deutlich deren eigenartigen Charakter und ihre spezifische Verteilung in den untersuchten Kreisen.

Ein wesentliches Kriterium der litauischen und masurischen Ackererden besteht darnach in ihrem hohen Gehalt an Staubsand, der in den Bodenarten aus den Kreisen Insterburg, Gumbinnen und Ragnit ihre höchste Stufe erreicht (bis 60 %).

Aus dem Gehalte an sandigen Teilen lassen sich weitere beachtenswerte Punkte ableiten.

Über die litauischen Böden sagt Zweck[1]): „Die Beimischung von Sand ist für den Ackerbau von höchster Wichtigkeit. Der strenge Lehm besteht zu 10—25 %, der gewöhnliche oft bis zu 50 % des Gewichtes aus Sand. Den besten Boden bildet der Lehm, welcher ca. 40 % Sand enthält, doch ist auch der ganz leichte Lehmboden, dem bis zu $^3/_4$ des Gewichtes Sand beigemischt ist, dem Ackerbau nicht ungünstig.“

Besonders reich an sandigen Teilen erweisen sich die aus den Kreisen Goldap, Stallupönen und Johannisburg stammenden Böden, denn auch die nur

1) Zweck, Litauen, Stuttgart 1899.

auf grandige Teile untersuchten Ackererden aus den Bezirken Ostrowen (Kr. Goldap) und Arys (Kr. Johannisburg) gehören unstreitig zu den Sandböden.

In den erwähnten Kreisen zeichnen sich aber die Bodengattungen durch relativ hohe humose Beimengungen aus, wodurch ihre Ertragsfähigkeit wesentlich beeinflußt wird.

Vorwiegend unter den untersuchten Böden finden sich aber die lehmigen Sand- und die sandigen Lehmböden.

Eigentliche Lehmböden sind vertreten in den Kreisen: Ragnit z. B. Rucken
Insterburg = Heynehof, Dwarischken
Gumbinnen = Staneitschen
Pillkallen = Uszpiaunen.

Selbstverständlich finden sich innerhalb der einzelnen Kreise die mannigfachsten Variationen und schroffsten Gegensätze unter den auftretenden Bodengattungen, so z. B. in den beiden zuletzt genannten Kreisen Gumbinnen und Pillkallen, ferner in dem Kreise Stallupönen. Den buntesten Wechsel zeigen die im Goldaper Kreise verbreiteten Bodenarten — eine Tatsache, die man aus den untersuchten Ackererden nicht so ohne weiteres ableiten kann, doch deutet darauf unzweifelhaft die Buntfarbigkeit der geologischen Karte dieses Kreises.

Das glücklichste Mischungsverhältnis der beiden Bodenarten Sand und Lehm zeigen die aus den Kreisen Angerburg und Darkehmen stammenden Ackererden, bei denen die Sandbeimischung im Maximum nahezu 50 %, im Minimum ca. 30 % beträgt, während der Gehalt an feinsten Teilchen innerhalb der Zahlen 10—35 % schwankt.

Bezüglich der Verbreitung der Bodenarten innerhalb der einzelnen Kreise liefern die Ergebnisse der Enquete interessante Aufschlüsse.

Die in den Kreisen Tilsit und Ragnit auftretenden Bodenarten sind größtenteils milde Lehmböden, doch kommen auch sandige Lehm- und lehmige Sandböden in großer Verbreitung vor.

Der Tilsiter Kreis scheint aber nach den Angaben in der Enquete relativ reicher an schwarzen, humosen Sandböden zu sein; sogar ganz leichte Sandböden kommen vor, dagegen in dem nördlichen Teile des Kreises auf dem linken Memelufer findet man kleinere Striche schwerer Lehmböden.

Für die Böden aus den Kreisen Pillkallen, Stallupönen läßt sich Folgendes feststellen:

Während im Kreise Pillkallen die milderen (südlich der Stadt) und teilweise schweren (nördlich der Stadt) Lehmböden vorherrschen, zeigen die Böden des Stallupöner Kreises eine wesentlich andere Physiognomie, da hier die leichteren (lehmigen Sand- und Sandböden) Böden auftreten.

In dieser Beziehung haben die Böden dieses Kreises eine auffällige Ähnlichkeit mit den Böden des südlicher gelegenen Kreises Goldap, wo humusreiche Sandböden besonders häufig sind.

Die Resultate der Enquete zeigen aber hier noch mannigfachere Bodentypen.

So schreibt ein Besitzer aus diesem Kreise, daß auf seinen Ländereien lehmige Sand- neben sandigen Lehmböden, schwere Lehmböden mit häufig eingesprengelten grandigen Stellen vorkommen.

Das oben über die Böden der Kreise Angerburg und Darkehmen Gesagte fand im übrigen in den

Enqueteresultaten seine Bestätigung, es scheint darnach Darkehmen aber wesentlich etwas reicher an strengen Lehmböden zu sein, besonders auf den Bezirken Weedern, Dinglauken und Grasgirren.

Für die Kreise Gumbinnen und Insterburg ergab die Nachfrage eine auffällige Ähnlichkeit der hauptsächlich vertretenen Bodentypen. Es kommen milde Lehmböden, zum Teil aber auch „leichtere Roggen- und Kartoffelböden“ vor.

Die Kenntnis der mechanischen Zusammensetzung der untersuchten Ackerböden, wie sie Tabelle I zeigt, leistet aber auch wertvolle Dienste zur Beurteilung des in denselben ermittelten Kalkgehalts.

Der in den untersuchten Böden ermittelte Gesamtkalkgehalt ist nach Tabelle II im allgemeinen als ein befriedigender zu bezeichnen und entsprechen die gefundenen Gehaltmengen an Gesamtkalk fast durchweg den Forderungen des Liebigschen Minimums.

Darnach schwankte der Kalkgehalt in den
litauischen Böden von 0,115—2,595 %, in
masurischen = = 0,025—1,245 %.

Spezifische Kalkarmut wiesen nur die aus dem Gutsbezirk Arys herrührenden Böden auf.

Im Mittel betrug der Kalkgehalt der untersuchten Böden, wie folgt:

für leichtere	Böden	0,234 %
= mittlere		0,377 %
= schwerere		0,432 %
= Humusböden		0,937 %

Darnach stimmen die ermittelten Gehaltmengen an Gesamtkalk mit den für die einzelnen Bodentypen geforderten Zahlen überein, überschreiten sie sogar in manchen Fällen. In den Humusböden ist der Kalk-

gehalt ein besonders hoher, wo der Kalk größtenteils an Humussäure gebunden ist. In dieser Form leistet allerdings der Kalk im Boden dem Pflanzenwachstum keine speziellen Dienste, doch wird er durch Luftzutritt und damit im Zusammenhang stehende Verwitterungsprozesse allmählich in eine wirksamere, den Pflanzen leichter zugängliche Form übergeführt, in den $CaCO_3$.

Bei den übrigen Bodenarten scheinen die ermittelten Gehaltmengen von Kalk größtenteils in Form kohlensauren Kalkes vorzukommen, wenigstens ließ bei vielen Erden die Salzsäureprobe ein deutliches Aufbrausen erkennen.

Neben der gewöhnlichen Kalkbestimmungsmethode wurde zum Vergleiche das von Meyer[1]) vorgeschlagene Verfahren in Anwendung gebracht. Es lieferte im allgemeinen befriedigende Resultate, ergab aber in den weitaus meisten Fällen etwas geringere Werte für den Gesamtkalk.

Wiewohl die untersuchten Böden im allgemeinen für das Pflanzenwachstum hinreichende Gehaltmengen an Gesamtkalk aufweisen, findet sich darunter auch eine Reihe von Böden, bei denen der ermittelte Kalkgehalt unterhalb der Minimalgrenze steht.

In erster Linie sind es die aus dem Kreise Johannisburg stammenden Erden mit dem äußerst geringen Kalkgehalt von 0,120 % im Mittel. Die aus demselben Gutsbezirk stammende Ackerkrume 3 war ein Humusboden, der allerdings einen hohen Gehalt an Gesamtkalk zeigte. Kalkreiche Böden kommen sonst in dem Kreise fast garnicht und nur sehr selten vor.

1) Thiels Landw. Jahrbücher. 1900. S. 989.

Kalkarmut wiesen auch die aus dem Gutsbezirk Jentkutkampen (Kreis Stallupönen) herrührenden Bodenarten auf, wo ein Kalkgehalt von 0,188 % im Mittel konstatiert werden konnte.

Kalkarmut zeigte sich auch bei einigen Böden von der Kgl. Domäne Stanneitschen (Kr. Gumbinnen), die im Mittel 0,218 % zeigten — ein Wert, der für die dort verbreiteten schwereren Bodengattungen zu gering ist.

Die aus den übrigen Gütern stammenden Erdproben enthielten im großen und ganzen hinreichende Gehaltmengen an Gesamtkalk.

Die durch die chemische Analyse ermittelten kalkarmen Böden der untersuchten Wirtschaften werden sich unzweifelhaft dankbar gegen eine reichliche Kalkzufuhr erweisen, eine solche erscheint aber auch bei den Böden geraten und bisweilen geboten, in welchen die Minimalgrenze nur wenig überschreitende Gehaltmengen von Gesamtkalk konstatiert wurden.

Denn es muß stets bedacht werden, daß das im Boden vorhandene Kapital an assimilierbaren Kalkverbindungen durch atmosphärische Niederschläge, Verwitterungsprozesse oder auch durch Zufuhr gewisser N- und K-haltiger Düngemittel im Laufe der Zeit immense Verluste erleiden kann.

Außer den oben erwähnten kalkarmen Böden erscheint auch z. B. bei den Ackerkrumen 3 und 4 (Berneiten) eine Kalkdüngung notwendig; eine gleiche Kulturmaßregel würde auch bei einem Boden aus dem Rittergute Althof-Ragnit von Erfolg gekrönt sein, ein Boden, der 0,14 resp. 0,115 % Gesamtkalk zeigte.

Kalkarm war ferner ein dem Gutsbezirk Frankenort (Kr. Angerburg) entstammender Boden, welcher

in der Ackerkrume 0,19 %, im Untergrund 0,105 % Gesamtkalk enthielt.

Aus dem Gumbinner Kreise zeigte eine entnommene Probe (Rudupönen A_1 und U_1) ebenfalls geringe Gehaltmengen an Kalk (0,125 resp. 0,115 %). Als kalkarm waren noch zwei aus dem Kreise Goldap (Goldap A_1 und U_1) stammende Böden mit einem Kalkgehalt von 0,13 resp. 0,20 % zu bezeichnen.

Immerhin waren von den untersuchten Ackererden noch 11 % für kalkarm befunden.

Eine allgemeine Analogie bezüglich der im Untergrund verbreiteten assimilierbaren Kalkverbindungen im Vergleich zu dem in den oberen Schichten vorhandenen Kalkvorrat konnte nicht festgestellt werden. In der Mehrzahl der Fälle scheinen die Untergrundsproben relativ geringere Kalkmengen zu enthalten.

Nach dem Kalkgehalt, welcher in den untersuchten Bodenarten ermittelt wurde, eine in den einzelnen Kreisen allgemein verbreitete Kalkarmut resp. günstigen Kalkgehalt als sicher anzunehmen, würde ein verfehlter Schluß sein, und müßte dies erst durch speziellere Untersuchungen erwiesen werden.

Jedenfalls ist es mit Freuden zu begrüßen, daß den Fragen bezüglich des Kalkvorrats im Boden in den praktischen Kreisen heute mehr Beachtung geschenkt wird, als es früher geschah. Die durchweg guten Erfahrungen, wovon die Angaben in den Fragebogen berichten, mit den fast überall durchgeführten Kalkungen resp. Mergelungen erbringen ja auch von den Segnungen einer rationellen Kalkzufuhr unanfechtbare Beweise, welche besonders in der Erhöhung der Ertragsfähigkeit und der Sicherheit der Erträge ihren beredtesten Ausdruck finden.

II.

Es ist zweifellos erwiesen, daß „die Idee, auf Grund der chemischen Bodenanalyse die Güte eines Bodens zu beurteilen", schon sehr alt ist und zu einer Zeit sich bemerkbar gemacht hat[1]), in welcher über die Nährstoffaufnahme aus dem Boden seitens der Pflanze nur sehr unklare Vorstellungen, ja sogar völlige Unkenntnis herrschten. Die resultatreichen Forschungen eines Liebig vermochten den Schleier nicht vollkommen zu lüften, doch gaben seine Theorieen im Laufe der Zeit vielfältige Anregung zu wissenschaftlichen Versuchen, in diesen Problemen eine hinreichende Klärung zu schaffen (Wolff, Knop, Grandeau, Detmer u. a.) Gleichwohl brachten die chemischen Bodenanalysen nur einen einseitigen Nutzen, insofern als dabei die assimilierbaren Nährstoffe unbekannt blieben. Dagegen ist es der neueren Zeit gelungen (Thoms, Wohltmann u. a.), die Ausbildung der chemischen Bodenanalyse so zu gestalten, daß sie in ihrer jetzigen Form immerhin schon praktische Bedeutung besitzt. Denn allen in sie gesetzten Erwartungen hat die chemische Bodenanalyse nicht entsprechen können, sie kann aber wichtige Anhaltspunkte zur Beurteilung der Güte eines Bodens liefern.

1) Fühlings Ldw. Ztg. 1898 S. 892 ff. Otto, Die chemische Bodenanalyse, ihre geschichtliche Entwicklung und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft.

Nach Otto[1]) erstreckt sich diese Aufgabe

1. auf Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens,
2. auf Beurteilung des Wertes bei der Bodenbonitierung.

Darnach ist der chemischen Bodenanalyse allein nur ein bedingter Wert zuzumessen. An und für sich gibt sie wohl mit großer Genauigkeit den absoluten Nährstoffvorrat eines Bodens an, jedoch die Frage nach dem für die Pflanze aufnehmbaren Quantum an Pflanzennährstoffen bleibt ungelöst.

Es bleibt also nur ein Ausweg übrig: die Aschenanalyse, welche den Aschengehalt sowie deren mineralische Bestandteile in den auf den chemisch untersuchten Böden gewachsenen Pflanzen zu ermitteln sucht, um aus dem größeren oder geringeren Gehalt an Nährstoffen auf größeren oder geringeren Gehalt der Erde an diesen Nährstoffen in assimilierbarem Zustande zu schließen.

Denn es steht fest, daß ganz bestimmte Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an verfügbaren Nährstoffen und der Zusammensetzung der Pflanze bestehen.

Helmkampf weist der Pflanzenanalyse ihre entschiedene Berechtigung zu[2]): „Die Düngung geschieht der Pflanzen und nicht des Bodens wegen; die Pflanzenanalyse wird daher am sichersten entscheiden können, was für sie aufnehmbar ist oder nicht.“

Die Bedeutung der Pflanzenanalyse und ihre Beziehungen zur chemischen Bodenanalyse hat man schon vor Zeiten Liebigs zu würdigen gewußt. So

1) S. vor. S. u. S. 892 ff.

2) Journal für Landwirtschaft. Berlin 1892. S. 88.

z. B. ging bereits aus den Analysen des de Saussure eine Abhängigkeit der Mineralstoffe der Pflanzen vom Mineralstoffgehalt des Bodens hervor. In späteren Jahren beschäftigten sich viele namhafte Vertreter der Wissenschaft (Risler-Colomb, Weinhold, Joulie, Emmerling, Thoms u. a.) mit der Lösung dieser Probleme und schlossen aus der Zusammensetzung der Asche der auf den Böden gewachsenen Pflanzen auf Vorrat bezw. Mangel an löslichen Nährstoffen. Namentlich in der neueren Zeit macht sich auf diesem Forschungsgebiet eine Richtung geltend[1]), welche darauf ausgeht, der Lösung des Problems näher zu rücken. Vor allem sind es die wissenschaftlichen Untersuchungen Heinrichs, und aus späteren Jahren sind die Arbeiten von Liebscher, Helmkampf, Märcker, Hellriegel, Atterberg u. a. erwähnenswert.

Es würde zu weit führen, auf die von den einzelnen Forschern angewandten Arbeitsmethoden näher einzugehen. Zu bemerken wäre nur, daß sich die weitaus größte Zahl dieser Untersuchungen auf die durch die Pflanze aufgenommenen Nährstoffe N, P_2O_5 und K_2O erstreckt, während der Aufnahme des Kalkes und der Magnesia von seiten der Kulturpflanzen weniger Beachtung geschenkt wird.

Die Quintessenz aller dieser Forschungen besteht darin[2]), daß die Analyse der geernteten Pflanzensubstanz anzuzeigen hat, welcher Nährstoff sich im Boden im Minimum, d. h. in am wenigsten genügender

1) Thiels Ldw. Jahrbücher 1894. Berlin. König u. Haselhoff, Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden durch die Pflanze.

2) Journal für Ldw. Berlin 1902. Tollens, Die Aschenbestandteile der Pflanzen, ihre Bestimmung und ihre Bedeutung für die Agrikulturchemie und die Landwirtsehaft, S. 274.

Menge vorfindet, und daß darnach dem praktischen Landwirt die Beurteilung zufällt, ob Düngung mit P_2O_5, K, N oder Ca anzuwenden ist.

Freilich kann auch die Pflanzenanalyse nicht allen an sie gestellten Anforderungen gerecht werden. Seelhorst äußert sich darüber mit den Worten[1]): „Die Pflanzenanalyse ist unter Voraussetzung gleichartiger Kulturbedingungen, Wärme, Feuchtigkeit und gleicher Erntezeit wohl brauchbar zur Beurteilung der Düngerbedürftigkeit des Bodens; denn fast stets stimmt das Ergebnis des Düngungsversuches mit der Pflanzenanalyse überein."

Darnach kann man also aus der chemischen Zusammensetzung der Pflanzen nicht ohne weiteres auf die Düngebedürftigkeit derselben Rückschlüsse machen. Denn es wirken bei der Nährstoffaufnahme der Kulturpflanzen unter gewöhnlichen Verhältnissen wichtige Faktoren mit, durch welche diese Modifikationen bedingt werden[2].)

In erster Linie sind es die auf physiologischen Gründen basierenden individuellen Eigenschaften der betreffenden Pflanze; als ein anderer Faktor dienen die morphologischen Eigenschaften der Pflanze, die Tiefe und Stärke der Bewurzelung; ferner spielen auch die Standortsverhältnisse der Gewächse, klimatische Einflüsse, der Wassergehalt des Bodens, dessen mechanische Zusammensetzung sowie darauf stattgehabte Düngungen usw. in Hinsicht auf Dünger-

1) Journal für Ldw. Berlin 1898. v. Seelhorst, Ermittlung der Düngerbedürftigkeit des Bodens aus der Zusammensetzung der Ernte-Trockensubstanz. S. 109 ff.

2) Journal für Landwirtschaft. Berlin 1902. Adorjan, Die Nährstoffaufnahme des Weizens. S. 193 ff.

bedürftigkeit eine Rolle. Kurz - - es sind dies alles Verhältnisse, welche nicht nur die Nährstoffaufnahme der Pflanzen bedingen, sondern auch zugleich der sonstigen Entwicklungsweise und Ausbildung ihrer Organe einen unverkennbaren Stempel aufprägen.

Die oben angedeuteten Einflüsse, welche die Nährstoffaufnahme bedingen, sind Gegenstand besonders neuerer interessanter Untersuchungen von Arendt, Adorjan, v. Seelhorst, Remy, Atterberg, Godlewski u. a.

Trotz aller jener Bedenken, welche gegen die Pflanzenanalyse geltend gemacht werden, kann man sich derselben zur Feststellung der Düngerbedürftigkeit des Bodens nicht entraten, denn sie kann bei passender Anwendung doch Nutzen bringen. Es liegt ja auch klar auf der Hand, daß zwischen der Nährstoffaufnahme und dem Düngerbedürfnis der Pflanzen ein Zusammenhang besteht, denn die von den Pflanzen aufgenommenen und in den einzelnen Teilen ihrer Organe angehäuften Nährstoffe, wie sie die Aschenanalyse ermittelt, stellen ein treues Spiegelbild dar von dem jeweiligen Kraftzustand des Bodens und orientieren zugleich darüber, in welcher Form der betreffende Nährstoff in den pflanzlichen Organismus eingewandert und abgelagert ist. Es ist aber auch leicht ersichtlich, daß den im Boden vorhandenen Nährstoffen physiologische Funktionen obliegen, aus welchen individuelle Eigenschaften, die äußere und innere morphologische Ausbildung des gesamten pflanzlichen Organismus resultieren. Natürlich ist dabei zu beachten, daß jedem Nährstoff ganz spezifische Funktionen im Pflanzenleben zukommen. Aber wiewohl man diesen physiologischen Problemen bis auf

den Kern nachzuforschen sich bemüht hat, in allen Fällen können uns diese Resultate die gewünschte Auskunft nicht geben und sie stützen sich bisweilen auf Hypothesen, die erst durch weitere Untersuchungen beweiskräftig gemacht werden müssen. So wissen wir z. B. wohl, daß der Kalk für das Leben der Pflanze absolut notwendig ist[1]), über die physiologischen Funktionen des Kalkes kann jedoch die Lehre der Pflanzenernährung nur lückenhafte Erklärung geben, da die ihm zukommende Funktion noch keineswegs mit Sicherheit festgestellt ist. Gleichwohl haben zahlreiche Forscher in diesen Fragen schon eine wesentliche Klärung geschaffen und beachtenswerte Beiträge zur Ausbildung der Lehre von der Pflanzenernährung geliefert.

Von Vertretern der Wissenschaft, welche sich mit der physiologischen Bedeutung des Kalkes in der Pflanze beschäftigt haben, seien genannt: Stohmann, Knop, Holzner, Boehm, Nobbe, Schimper, Kohl, Raumer, Bruch und viele andere.

Es ist schon auf voriger Seite auf die Unentbehrlichkeit der Kalksalze für das Pflanzenwachstum hingewiesen — eine Tatsache, welche für jede chlorophyllhaltige Pflanze Gültigkeit hat.

Es ist diese Erscheinung auch um so erklärlicher, als die meisten unserer Kulturpflanzen in ihren Samen Kalk in viel geringeren Mengen ablagern als die anderen Nährstoffe, ja in manchen Samen finden sich nur Spuren von Kalk, und zur normalen Entwicklung jeder Pflanze ist es dann nötig, daß bereits die jungen Pflanzen im Keimbett hinreichend Kalk zu ihrer Verfügung finden.

1) Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher, Berlin 1877.

Die von Boehm[1]) durchgeführten Untersuchungen über die Bohne bestätigen diesen Satz voll und ganz.

Derselbe hat auch nachgewiesen, daß bei Mangel an Kalksalzen eine Beförderung der gebildeten Stärke nach den Ablagerungsorten derselben nicht stattfinden kann.

Wichtig ist ferner die Rolle des Kalkes bezüglich kräftiger Bildung des Wurzelsystems, wie es von W. Wolff durch Versuche an Bohnen nachgewiesen ist[2]). Diese Ausbildung des Wurzelsystems ist von zweifellos hohem physiologischen Werte für die Aufnahme der zum Pflanzenwachstum nötigen Nährstoffe und damit im Zusammenhang für die Gesamtentwicklung des pflanzlichen Organismus.

Über die sonstigen physiologischen Funktionen des Kalkes finden sich in der Literatur mannigfache Gegensätze und Meinungsverschiedenheiten.

Holzner läßt den Kalk als Transportmittel für die P_2O_5 und H_2SO_4 zum Zwecke der Proteinbildung funktionieren[3]), in der Weise, daß der dabei gebildete phosphorsaure und schwefelsaure Kalk durch die Oxalsäure der Pflanze zerlegt wird, wodurch P_2O_5 und H_2SO_4 zur Eiweißbildung verfügbar ist.

Nach anderer Richtung hin erweist sich seine Funktion in der Mitwirkung an der Assimilation der CO_2[4]).

Raumer und Kellermann bringen die Funktion des Kalkes im engsten Zusammenhang mit der Ver-

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 71. Bd. I. Abt. 1875. Boehm, Über den vegetabilischen Nährwert der Kalksalze.
2) Landw. Versuchsstationen 1864. Berlin.
3) Küster, Kälken des Ackers. Neudamm 1898.
4) Meyer, Resultate der Agrikulturchemie. Heidelberg 1902.

arbeitung der Kohlehydrate[1]), während Schimper (vor ihm schon Schleiden und Hugo de Vries) eine wesentliche Funktion des Kalkes in der Abstumpfung der dem Pflanzenorganismus schädlichen Oxalsäure erblicken[2]).

Es ist dies auch eine der wichtigsten Aufgaben des Kalkes, denn es ist zweifellos, daß hier das Calcium der Pflanze in den meisten Fällen einen sehr wichtigen Dienst leistet.

Daß es aber auch Pflanzen gibt, welche ohne Schädigung selbst größere Mengen Oxalsäure vertragen, hat Bruch durch eingehende Versuche an Gramineen nachgewiesen[3]).

Die blattgrün entwickelnden Kulturpflanzen bedürfen aber sonst kalkhaltige Verbindungen zur Neutralisation der Oxalsäure und Überführung im oxalsauren Kalk wie Loew es ebenfalls dargetan hat[4]). Derselbe führt auch eine unvollkommene Ausbildung des Blattgrüns auf Kalkmangel zurück.

Er sagt darüber[5]):

„Bei Kalkmangel bildet sich das Blattgrün unvollkommen aus. Die Chloropyllkörper führenden Organe müssen auch die kalkreichsten sein; denn hier wird der Kalk nicht nur im Kern, sondern auch in den Chlorophyllkörpern fixiert."

1) Ldw. Versuchsstationen Bd. 25. 1880.

2) Flora od. allgem. botan. Ztg. Marburg. 1890. S. 207—261.

3) Thiels Ldw. Jahrbücher Berlin 1902. — Bruch, Zur physiologischen Bedeutung des Kalkes in der Pflanze.

4) Flora oder allgem. bot. Zeitung. 1892 Marburg. Loew, Über die physiol. Funktion der Kalk- u. Magnesiasalze im Pflanzenorganismus.

5) Landw. Versuchsstationen Berlin 1892. S. 473. Loew. Bedeutung der Kalk- und Magnesiasalze in der Landwirtschaft.

In nahem Zusammenhang mit dieser Auffassung vertritt Märcker den Standpunkt, daß der Kalk eine bestimmte Funktion in den Blättern auszuüben scheint, „denn diese sind die kalkreichsten Teile der Pflanzen und die blattreichsten Pflanzen sind auch die kalkreichsten[1].)“

Nach Wolff und Loew unterstützt Anwesenheit von Magnesia in der Pflanze die physiologische Wirkung des Kalkes bedeutend[2]).

Nach Versuchen von Wolff[3]) starben sogar Algen in Lösungen von salpetersaurer Magnesia, was bei salpetersaurer Kalkerde nicht der Fall ist.

Bei Vorhandensein von kalkhaltigen Stoffen treten nach Loew diese ungünstigen Wirkungen der Magnesiaverbindungen nicht hervor[4]); er spricht z. B. der phosphorsauren Magnesia leichtere Wanderungsfähigkeit zu als der phosphorsauren Kalkerde; jene Verbindung vermag auch leichter P_2O_5 zur Eiweißbildung abzugeben.

Daß Kalk und Magnesia nicht durch andere Metalle derselben Gruppe vertreten werden kann, ist durch Versuche mit Baryt von Knop nachgewiesen[5]).

Gleichwohl ist aber nach den Untersuchungen mit Strontium von Haselhof ein Ersatz durch dieses Element teilweise möglich.[6])

---

1) Märker, Kalidüngung. Berlin 1892. S. 32.

2) Küster, Kälken des Ackers, S. 32. Neudamm 1898.

3) Landwirtschaftliche Versuchsstationen. Berlin 1864.

4) Loew, s. vor. S. u. 5.

5) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Berlin. 5. Bd., 1864, S. 103.

6) Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher 1894, Bd. 22. Haselhoff, Versuche über den Ersatz des Kalkes durch Strontium bei der Pflanzenernährung.

Das Vorkommen von Kalksalzen in dem Pflanzenkörper ist teils anorganischer, teils organischer Natur.

Was seine Form anlangt, so sind zwei derselben zu unterscheiden:

1. Form von Calciumoxalat;
2. Form von Calciumcarbonat.

Aufgenommen wird der Kalk aus dem Boden in Form löslicher Salze als Sulfat, Phosphat, auch als Humat und Silikat und besonders als Carbonat.

Der Gehalt der Pflanzen an Kalk ist natürlich nicht nur nach der Art, sondern auch nach den Organen ein und derselben Pflanze außerordentlich verschieden.

So giebt sich nach Loew[1]) der Zuwachs von Kalk in den Blättern in ganz auffallender Weise bei den Gramineen kund.

Der Gehalt der Blätter an Kalk ist auch gegenüber dem der Wurzeln und Knollen relativ bedeutender.

Nach dieser kurzen Übersicht über die wichtigsten physiologischen Funktionen des Kalkes sei es mir gestattet, in kurzem die angewandten Arbeitsmethoden anzugeben.

Von allen untersuchten Böden konnten nicht immer die betreffenden Pflanzen entnommen werden. Es gelangten insgesamt 86 Pflanzen zur Untersuchung.

Die Arbeitsmethoden.

1. Die Probeentnahme.

Die zur Untersuchung bestimmten Stroh- und Körnerarten wurden auf den betreffenden Gutsbezirken

1) Landwirtschaftliche Versuchsstationen Berlin 1892. Loew, Bedeutung der Kalk- und Magnesiasalze in der Landwirtschaft.

derart entnommen, daß bei jeder Futtermasse 10—20 verschiedene Einzelproben vermischt wurden und daraus eine Durchschnittsprobe hergestellt wurde.

Bei Getreidekörnern und Knollen der Kartoffeln geschah dies nach öfterem Umstechen der ganzen Masse.

2. Gewinnung der Trockensubstanz.

Nach genügender Zerkleinerung und Vorbereitung zur chemischen Analyse wurden je 5—10 g der Substanz im Trockenkölbchen abgewogen und bei 105° im Trockenschrank getrocknet, um alles Wasser zu entfernen und zu bestimmen. Es geschah dies bis zu eintretender Gewichtskonstanz.

3. Bestimmung der Gesamtasche.

Der Substanz wurden nach reichlichem Durchmischen ca. 10 g entnommen, deren Gewicht in einer geglühten und gewogenen Platinschale bestimmt wurde. Die Verkohlung geschah bei mäßiger Hitze. Nach ca. 30 Minuten wurde die Flamme 2—3 Minuten lang soweit dem Boden der Platinschale genähert, daß derselbe leicht zu glühen anfing und die Substanz ins Glimmen geriet. Dann wurde die Flamme in die ursprüngliche Entfernung gebracht. Nach dem vollständigen Verglimmen wurde die verkohlte Masse mit heißem Wasser dreimal ausgelaugt zwecks Trennung der Chloralkalien von der Kohle.

Der Inhalt der Platinschale wurde durch ein aschefreies Filter gegeben, Filter nebst Rückstand in der Platinschale auf dem Wasserbade und Trockenschranke getrocknet, verascht und die Asche weiß gebrannt.

Zum Rückstande wurde das alkalihaltige Filtrat hinzugegeben, zur Trockne gedampft, bei dunkler Rotglut leicht angeschmolzen und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen als Gesamtasche.

4. Bestimmung des Kalkes.

Die gewogene Asche wurde mit verdünnter H Cl angefeuchtet, mit wenig heißem Wasser aufgenommen und eine halbe Stunde auf dem Wasserbade digeriert. Die Lösung wurde dann unter gründlichem Nachwaschen mit heißem Wasser filtriert. Das hierbei gewonnene Filtrat wurde dann mit Ammoniak neutralisiert und unter gelindem Erwärmen mit Ammoniumacetat versetzt. Der sich bildende Eisen-Tonerdeniederschlag wurde von der gesamten Lösung durch Filtration getrennt; das dabei gewonnene Filtrat wurde ganz schwach essigsauer gemacht, mit Ammoniumoxalat versetzt, gekocht und bis zum Abkühlen und klaren Absetzen sich selbst überlassen.

Der Niederschlag von Calciumoxalat wurde dann auf einem Filter (aschefrei) gesammelt, im Trockenschrank getrocknet, im Platintiegel auf dem Bunsenbrenner und darnach auf dem Gebläse geglüht und als CaO gewogen.

Die bei diesen Methoden ermittelten Gehalte der Pflanzen an Gesamtasche und Kalk sind stets auf 100 Teile der Trockensubstanz berechnet. Die hier folgende Tabelle III gibt eine Gesamtübersicht über den in den Futtermitteln gefundenen Wassergehalt, zugleich bringt sie die ermittelten Prozentanteile an Gesamtasche und Kalk.

Die vierte Kolumne zeigt den Kalkgehalt der zu den betreffendee Pflanzen gehörigen Böden.

Tabelle III.

Gehalt der Futtermittel an Wasser, Gesamtasche und Kalke sowie der Kalkgehalt der betreffenden Böden in %.

Name des Kreises	Name der Besitzung	Wasser-gehalt	Gesamtasche	Kalk	Kalk-gehalt der Böden
Tilsit	Berneiten				
	Roggenkörner	13,35	4,50	0,0082	0,375
	Roggenstroh	11,65	4,589	0,0707	
	Klee mit Timotheum	10,21	10,86	2,445	1,845
	S-Roggenkörner	9,15	2,178	0,0087	0,135
	S-Roggenstroh	9,25	2,556	0,3676	
	Kartoffeln	84,36	2,408	0,3424	0,190
Ragnit	Althof-Ragnit				
	Wickenkörner	15,15	9,161	0,0697	0,295
	Wickenstroh	10,60	9,768	2,064	
	Kartoffeln	74,89	2,065	0,2039	0,140
	Gerstekörner	17,63	1,022	0,0359	0,290
	Gerstestroh	11,39	6,47	0,3916	
	Erbsen	10,05	3,126	0,0774	0,410
„	Rucken				
	Weizenkörner	15,28	2,218	0,0243	0,355
	Weizenstroh	8,91	7,647	0,2451	
	Gerstekörner	16,89	2,950	Spur	0,765
	Gerstestroh	9,18	6,179	0,4777	
	Roggenkörner	12,83	2,837	0,0684	0,335
	Roggenstroh	7,75	9,958	0,3772	

Name des Kreises	Name der Besitzung	Wasser-gehalt	Gesamtasche	Kalk	Kalk-gehalt der Böden
Pillkallen	Scharen				
	Haferkörner	12,12	3,678	0,0333	0,415
	Haferstroh	9,30	4,155	0,1713	
	Weizenkörner	13,37	2,223	0,0157	0,425
	Weizenstroh	9,12	6,398	0,2379	
	Senf und Rübsen	11,14	10,32	0,1047	0,565
,,	Uszpiaunen				
	Bohnenhaferkörner	17,45	3,624	0,2502	0,745
	Bohnenhaferstroh	8,62	6,238	0,3272	
	Timotheum	9,09	6,898	0,9787	1,235
	Engl. Raygras	18,36	5,736	0,4114	0,325
	Haferkörner	12,41	3,70	0,0416	0,465
	Haferstroh	11,35	5,977	0,4881	
Stallupönen	Jentkutkampen				
	Roggenkörner	13,69	2,187	Spur	0,250
	Roggenstroh	9,68	5,714	0,5597	
	Klee	12,81	8,794	1,40	0,125
	Erbsen-Peluschken-Körner	13,85	4,657	0,0489	0,325
	Erbsen-Peluschken-Stroh	9,43	7,226	1,815	
	Kartoffeln	76,95	1,963	0,1645	0,135
,,	Milluhnen				
	Wiesenheu	9,41	7,971	0,4016	0,510
	Haferstroh	8,21	7,311	0,2762	0,375
	Klee mit Timotheum	11,97	7,542	1,819	0,530

Name des Kreises	Name der Besitzung	Wasser-gehalt	Gesamtasche	Kalk	Kalk-gehalt der Böden
Goldap	Kettenberg				
	Haferkörner	16,88	3,112	0,026	0,315
	Haferstroh	11,33	5,20	0,2314	
„	Ostrowen				
	Roggenkörner	12,82	2,265	0,0319	0,445
	Roggenstroh	9,12	6,330	0,2938	
	Haferkörner	11,65	4,111	0,0308	0,495
	Haferstroh	12,06	6,868	0,5585	
„	Goldap				
	Haferkörner	12,98	7,154	0,0938	0,130
	Haferstroh	10,42	6,743	0,6758	
	Kartoffeln	83,31	2,449	0,4694	0,20
	Klee	12,11	10,53	1,996	0,38
„	Kosacken				
	Klee	11,50	10,76	1,188	0,320
	Gerstenstroh	12,21	7,696	0,5973	0,255
Angerburg	Gr. Lenkuk				
	Wiesenheu	9,85	10,15	2,277	1,245
	Roggenkörner	17,51	2,319	0,0628	0,325
	Roggenstroh	9,68	4,567	0,1559	
„	Frankenort				
	Haferkörner	11,91	3,669	0,0381	0,375
	Haferstroh	11,13	5,048	0,7362	
	Weizenkörner	14,87	2,324	0,0415	0,190
	Weizenstroh	11,90	5,679	0,2225	
	Klee	14,23	7,093	1,344	0,260

Name des Kreises	Name der Besitzung	Wasser-gehalt	Gesamtasche	Kalk	Kalk-gehalt der Böden
Darkehmen	Notrienen				
	Gerstekörner	13,97	3,281	0,0539	0,360
	Gerstestroh	10,05	6,690	0,660	
	Haferkörner	13,53	3,632	0,1569	0,255
	Haferstroh	10,85	6,53	0,403	
	Ital. Raygras	11,84	7,016	0,9219	0,505
Insterburg	Althof-Insterburg				
	Gemengekörner	11,66	4,125	0,295	0,280
	Gemengestroh	9,97	4,821	0,3202	
	Haferkörner	11,98	3,364	Spur	0,270
	Haferstroh	10,12	7,134	0,3498	
	Rüben	82 26	4,291	0,1965	0,640
„	Dwarischken				
	Bohnenkörner	9,66	4,908	0,0483	0,575
	Bohnenstroh	14,20	6,269	0,3959	
	Wiesenheu	11,19	7,766	0,8929	0,475
	Weizenkörner	15,64	2,128	0,0224	
	Weizenstroh	10,37	5,806	0,7315	0,335
Gumbinnen	Stanneitschen				
	Gerstekörner	14,22	3,372	0,02212	0,210
	Gerstestroh	10,58	8,289	0,4515	
	Kartoffeln	74,31	1,731	0,12 19	0,200
	Bohnenstroh	14,14	5,161	2,0735	0,630

Name des Kreises	Name der Besitzung	Wasser-gehalt	Gesamtasche	Kalk	Kalk-gehalt der Böden
Gumbinnen	Rudupönen				
	Weizenkörner	11,11	2,094	0,0459	0,125
	Roggenkörner	13,29	2,863	0,0503	0,280
	Roggenstroh	9,20	5,481	0,9529	
	Wiesenheu	12,33	7,558	0,998	0,460
„	Gr. Eszerisken				
	Luzerne	11,38	8,514	1,597	0,470
	Haferstroh	10,81	5,35	0,757	0,260
	Roggenstroh	12,06	6,335	1,226	0,325
Johannisburg	Arys				
	Timotheum	11,20	6,347	1,1121	2,03
	Klee	10,58	7,387	0,9221	0,180

Den höchsten Wassergehalt zeigten nach Tabelle III die Knollen der Wurzelgewächse, während bei den Strohsorten der Cerealien und Leguminosen der geringste Wassergehalt ermittelt wurde.

Die Futtergewächse enthielten bisweilen Prozentgehalte, die noch unter den von Dietrich und König[1]) angegebenen Zahlen stehen, doch ist diese Reduktion auf die unter den verschiedenartigsten Einflüssen stattgehabten Erntemethoden zurückzuführen.

Was den Gehalt der untersuchten Pflanzen an Gesamtasche betrifft, so lassen sich hier große Schwankungen feststellen.

Der Aschengehalt dee Strohes und der Körner der Cerealien und Leguminosen verhält sich umgekehrt proportional zum Wassergehalt der betreffenden Pflanzenteile.

Ziehen wir die in dem Tabellenwerk von Wolff zusammengestellten Zahlen zum Vergleiche heran, so sind auf 100 Gewichtsteile Trockensubstanz enthalten[2]):

Fruchtart	Gesamtasche	CaO
Wiesenheu	6,98	1,11
Junges Gras und Grummet	9,05	1,239
Timothegras	6,82	0.549
Rotklee	5,28	1,866
Winterweizen Körner	1,96	0,06
= Stroh	5,37	0,31

1) Dietrich und König, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. Berlin 1891.

2) Wolff, Aschenanalysen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten. I. Teil. Berlin 1871. II. Teil. Berlin 1880.

Fruchtart	Gesamtasche	CaO
Winterroggen Körner	2,09	0,062
= Stroh	4,46	0,366
Sommerroggen Körner	2,10	Spur
= Stroh	5,45	0,468
Gerste Körner	2,61	0,069
= Stroh	5,35	0,386
Hafer Körner	3,12	0,112
= Stroh	7,17	0,50
Erbsen Körner	2,73	0,131
= Stroh	5,13	1,899
Bohnen Körner	3,63	0,181
= Stroh	5,35	1,425
Kartoffelknollen	3,79	0,10
Futterrunkel	7,58	0,28
Futterwicke	3,10	0,25

Diese angegebenen Zahlen stellen aus vielen Aschenanalysen gefundene Mittelwerte dar, welche die mannigfachsten Modifikationen im Laufe der Entwicklung von Pflanzen erfahren.

Der von Seelhorst aufgestellte Satz[1]): „Der Aschengehalt ist höher, wo Nährstoffe fehlen", findet bei den untersuchten Futtergewächsen bezüglich des Kalkgehaltes nur teilweise Bestätigung. z. B. ist der relativ hohe Aschengehalt bei Klee-Jentkutkampen analog der Nährstoffarmut des Bodens.

1) Journal für Landwirtschaft. Berlin 1900. v. Seelhorst, Einfluß des Wassergehaltes und der Düngung des Bodens auf die Produktion und Zusammensetzung von Futterpflanzen, italienischen Raygras und Klee.

Ähnlich liegt der Fall bei Klee-Arys oder dem Wiesenheu-Dwarischken. Aus dem Aschengehalt allein lassen sich aber keine zutreffenden Schlüsse auf Düngerbedürftigkeit des Bodens ziehen. In den weitaus meisten Fällen entspricht ein hoher Aschengehalt einem relativ geringeren Kalkgehalt der Pflanzen.

Wiewohl nicht abzuleugnen ist, daß die Bewegung und Verteilung des Kalkes in den Pflanzen eine ganz verschiedene ist, daß immerhin Witterungseinflüsse, geringerer Feuchtigkeitsgehalt des Bodens usw. bezüglich der Aufnahmefähigkeit des Kalkes durch die Pflanzen von erheblichem Einfluß sein können, läßt sich die Tatsache nicht verkennen, daß einem günstigen Kalkgehalt der Pflanzen auch ein günstiger Kalkgehalt des Bodens entspricht.

So zeigte z. B. Klee-Berneiten einen Kalkgehalt von 2,445 %; der betreffende Boden enthielt 1,845 %.

Klee mit Timotheum-Milluhnen hatte 1,819 % CaO, während der Boden 0,53 % zeigte.

Timotheum-Uszpiaunen enthielt 0,9787 % CaO, der betreffende Boden 1,235 %. Wiesenheu-Gr. Lenkuk mit 2,277 % war gewachsen auf einem Boden mit 1,245 % CaO und viele ähnliche Fälle. Man ersieht aber auch daraus, daß die von den betreffenden Böden herrührenden Futtergräser Kalkverbindungen aufweisen, wie sie zu zweckmäßiger Ernährung der Nutztiere nicht besser gewünscht werden können. Damit steht auch die in den Enqueten erwähnte Tatsache im Einklang, daß in keiner der untersuchten Wirtschaften Knochenbrüchigkeit aufgetreten ist, welche sonst als eine Folgeerscheinung der Aufnahme kalkarmen Futters zu bezeichnen ist.

Die obige Tabelle zeigt bezüglich des Kalkgehalts der Stroh- und Körnersorten erhebliche Schwankungen, die wohl nicht allein von dem jeweiligen Kalkgehalt des Bodens abhängig sind, sondern auch bestimmt werden durch gleichzeitig gegebene oder schon im Boden vorhandene übrige Nährstoffe.

Kalk kann der Ackererde aber auch nach Stahl-Schröder von Pflanzen entzogen werden, „wenn er in nur sehr geringen Mengen vorkommt, so daß an demselben seltener Mangel eintreten wird.“ [1])

Dieser Satz scheint sich auch bei einigen auf relativ kalkarmen Böden gewachsenen Pflanzen zu bestätigen, jedoch nicht immer in allen Fällen. So zeigen

Klee Jentkutkampen	mit	1,40	%
Klee Arys	=	0,9221	=
Weizenstroh Frankenort. .	=	0,2225	=
Weizenkörner Frankenort .	=	0,0415	=
Weizenkörner Rudupönen .	=	0,0459	=
S.-Roggenstroh Berneiten .	=	0,3676	=

} CaO

annäherungsweise eine Analogie mit dem auf den betr. Böden ermittelten geringeren Kalkgehalt.

Ziehen wir bezüglich des in den untersuchten Körnern und Strohsorten des Hafers ermittelten Kalkgehalts die von Atterberg aufgestellten Maximal- und Minimalzahlen zum Vergleiche heran,[2]) so ergibt sich

	in den Körnern	in den Halmen
min. . . .	0,07 % CaO	0,17 % CaO
max. . . .	0,16 = =	0,75 = =
mittel . . .	0,12 = =	0,38 = =

1) Journal f. Ldw. Berlin 1904. Heft 1 u. 2. Stahl-Schröder, Kann die Pflanzenanalyse uns Aufschluß über den Gehalt an assimilierbaren Nährstoffen im Boden geben?

2) Journal f. Ldw. Berlin 1901. Atterberg, Variationen der Nährstoffgehalte bei dem Hafer. S. 111 ff.

Der in den Haferkörnern-Scharen ermittelte Kalkgehalt betrug 0,0333%, während die betr. Halme 0,1713% CaO zeigten. Wiewohl der Kalkgehalt des betr. Bodens als ein günstiger zu bezeichnen ist, wiesen die Körner einen geringeren, unter dem oben angegebenen Minimum stehenden Kalkgehalt auf, während in den Halmen das Minimum vorhanden ist. Hier scheinen die zu dieser Frucht gegebenen Düngungen mit Kainit und Chilisalpeter die Kalkaufnahme deprimiert zu haben. Die in den Körnern des Hafers ermittelten Kalkmengen stehen auch sonst durchweg unter der Minimalzahl 0,07 %. Eine Ausnahme zeigten nur die Haferkörner-Notrienen mit einem Kalkgehalt von 0,1569 %.

Im übrigen zeigen die in den Halmen ermittelten Kalkzahlen ein deutliches Bild für die Beziehungen des Kalkgehalts von Boden und Pflanzen.

Die Verwertbarkeit der Strohanalyse ist daher für die Beurteilung des Kalkgehalts im Boden eine viel sichere und zuverlässigere.

Haferstroh-Uszpiaunen zeigte 0,4881 % CaO bei einem Gehalt des Bodens von 0,465 %; Haferstroh-Milluhnen 0,2762 % CaO, während der Boden 0,375 % enthielt usw.

Im schroffen Gegensatz steht allerdings der in dem Haferstroh-Goldap ermittelte Kalkgehalt von 0,6758 % zu dem relativ geringeren Kalkgehalt des Bodens von 0,130 %, wo der nach Stahl-Schröder zitierte Satz seine Bestätigung findet.

Bezüglich des Kalkgehaltes der übrigen Halmfrüchte zeigt die Aschenanalyse analoge Verhältnisse wie beim Hafer. Gerste und Weizen lassen die Beziehungen günstigen Kalkgehalts zum betr. Boden besonders deutlich erkennen.

Dagegen bestand bei Roggen nicht immer ein gleichmäßiger Zusammenhang des Kalkgehalts von Pflanze zu Boden.

So entstammte einem Boden mit

0,325 % CaO eine Probe mit
0,0628 " " in den Körnern und
0,1559 " " in den Halmen,

ferner einem Boden mit

0,375 % CaO eine Probe mit
0,0082 " " in den Körnern und
0,0707 " " in den Halmen.

Die übrigen Roggenproben zeigten in Körnern und Halmen dem jeweiligen Kalkgehalt des Bodens entsprechende Gehaltmengen an Kalk.

Was den Kalkgehalt der untersuchten Futterpflanzen anlangt, so lassen hier besonders relativ günstige Gehaltmengen an Kalk darauf schließen, daß es dem Boden an assimilierbaren Kalkverbindungen nicht fehlt, denn besonders die kleeartigen Gewächse sind spezifische Kalkpflanzen; sie können daher nur auf Böden mit relativ hohem Kalkgehalt gedeihen.

Die in fast gleicher Weise anspruchsvollen Hülsenfrüchte lassen ebenso die Beziehungen eigenen günstigen Kalkgehalts zu dem des betreffenden Bodens nicht verkennen.

Eine Ausnahme bildet das Bohnenstroh-Dwarischken, dessen Kalkgehalt durch die Aschenanalyse auf nur 0,3959 % ermittelt wurde, ein zu geringer Wert gegenüber dem Kalkgehalt des betreffenden Bodens, welcher 0,575 % CaO zeigte, auch die Körner dieser Frucht hatten nur 0,0483 % CaO.

Anders wie bei den Hülsenfrüchten liegen die Verhältnisse bei den untersuchten Hackfrüchten. In allen

Fällen zeigten die Kartoffeln einen höheren Kalkgehalt als der in der Wolffschen Tabelle angegebene Mittelwert 0,10 %, wiewohl die betreffenden Böden durchaus nicht so gute Gehaltmengen an Kalk aufwiesen. Ja — einige Böden sind darunter als kalkarm anzusprechen.

Man ersieht jedenfalls daraus, daß die Kartoffel imstande ist, größere Mengen von Kalk in den Knollen auch bei niedrigem Kalkgehalt des Bodens aufzunehmen und daß sie an den Kalkgehalt des Bodens nicht so hohe Ansprüche stellt wie z. B. die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse. Aus den Ergebnissen der Aschenanalyse geht aber unzweifelhaft ihre Bedeutung und nahe Beziehung zur Bodenanalyse hervor.

Ist der Kalkgehalt der Pflanzen niedrig, derjenige des Bodens hoch, so wird man wohl zu dem Schluß berechtigt sein, daß im Boden schwer aufnehmbare Kalkmengen vorherrschend sind, welche durch Kalkdüngung resp. Mergelung in leichter aufnehmbare Kalkverbindungen übergeführt werden müssen.

Haben wir bei niedrigem Kalkgehalt des Bodens einen hohen Gehalt an diesem Nährstoff in den Pflanzen ermittelt, so kann vielleicht der Fall vorliegen, daß andere Nährstoffe den Verlauf der Kalkaufnahme seitens der Kulturpflanzen wesentlich beeinflußt haben. Ist der Kalkgehalt des Bodens, sowie der Pflanze ein geringer, so wird man ohne weiteres auf Notwendigkeit einer Kalkzufuhr hingewiesen sein.

Von Interesse dürfte es noch sein, über das Gedeihen kalkliebender Pflanzen einige Angaben zu machen.

Die chemische Analyse ermittelte in den auf kalkhaltigen Böden gewachsenen Pflanzen auch relativ günstige Kalkzahlen.

Damit im Einklang stehen die in den Fragebogen gemachten Angaben über das Gedeihen kalkliebender Pflanzen. Denn das Urteil über das Gedeihen derselben lautet einstimmig günstig, besonders bezüglich des Kleewuchses.

Kalkdüngungen haben die Erträge an Klee in Rudopönen, Kr. Gumbinnen, Milluhnen, Kr. Stallupönen nach den Angaben in der Enquete wesentlich erhöht.

Vorzüglich gedeiht der Klee auch nach Düngung mit Thomasmehl z. B. in Uszpiaunen, Kr. Pillkallen oder nach einer Düngung mit Kainit und Thomasmehl in Ostrowen, Kr. Goldap. Der durchschnittliche Ertrag an Klee wird auf 30 Zentner pro Morgen angegeben.

Das Gedeihen von Wicken und Bohnen ist zufriedenstellend, dagegen ist das Gedeihen von Erbsen unsicher. Es wird in den Fragebogen erwähnt, daß die Erbsen „mehr ins Stroh gehen", während die Körnerentwicklung nur mangelhaft ist.

Das Vorkommen von sauren Wiesen ist nach den Angaben in der Enquete in dem Insterburger Kreise relativ häufig, tritt aber sonst in den anderen Kreisen seltener auf.

Beziehungen zwischen dem Kalkgehalt der Pflanzen und dem Boden bestehen zweifellos. Wenngleich auch die Aschenanalyse nicht immer imstande ist, über die Kalkbedürftigkeit eines Bodens hinreichend Aufschluß zu geben, so trägt sie wesentlich dazu bei, sich ein klareres Bild über den jeweiligen Kraftzustand des Bodens zu verschaffen.

Daß der Kalkgehalt im Boden unausgesetzt Verluste erleidet, ist schon im I. Teile erörtert; es ist

aber zu bedenken, daß es nicht Auslaugungs- und Verwitterungsprozesse allein sind, welche für den Gehalt des Bodens an Kalkerde entscheidend gewesen sind, sondern daß auch der nutzbare Vorrat je nach der Betriebsweise durch die Kultur verschieden in Anspruch genommen wird.

Diese Momente müssen daher für die Beurteilung des Kalkvorrats in unseren litauischen und masurischen Ackererden wohl beachtet werden.

Die verschiedenen Pflanzengattungen und -arten stellen in Bezug auf ihre Ernährung mit Kalk an den Boden recht verschiedene Ansprüche.

Nach Küster werden dem Boden an Kalk pro ein Hektar durch eine Mittelernte entführt[1]):

An Weizen	18	dz	Körner,	36	dz	Stroh	= 10,62 kg
= Roggen	15	=	=	30	=	=	= 10,05 =
= Gerste	20	=	=	20	=	=	= 7,80 =
= Hafer	20	=	=	20	=	=	= 10,60 =
= Erbsen	10	=	=	20	=	=	= 32,90 =
= Lupinen	10	=	=	18	=	=	= 20,26 =
= Kartoffeln	120	=	Knollen				= 3,60 =
= Zuckerrübe	320	=	Wurzeln				= 12,80 =
= Kleegras	180	kg	Grünfutter				= 10,80 =
= Wiesengras	40	dz	Heu				= 28,40 =

Die von Passon[2]) angegebenen Zahlen zeigen zwar etwas höhere Werte; man ersieht aber jedenfalls daraus, daß der Kalkvorrat im Boden in verschiedenstem Maße den Kulturpflanzen zur Deckung ihres Bedarfes an diesem Mineralstoff dienen muß.

---

1) Küster, Kälken des Ackers. Neudamm 1900. S. 13 ff.

2) Deutsche Landwirtschaftliche Presse. Berlin 1901. Passon, Schilderung der chemischen, physikalischen und biologischen Bedeutung des Kalkes.

Am meisten Kalk entziehen dem Boden nach Ebermayer[1]) die blattreichen und krautartigen Kulturpflanzen, z. B. die Kleearten, die Gruppe der Leguminosen und die Gemüsearten. Ziemlich viel Kalk beansprucht auch das Wiesengras. Am wenigsten verlangen die blattarmen Cerealien, Kartoffelknollen und Rüben, während ihre Blätter viel Kalk zu ihrer Ausbildung notwendig haben.

Nach Heinrich würde man den Ansprüchen der Pflanzen an ihren Standort bezüglich der Entnahme von Kalk folgende Rangordnung anweisen[2]): Bei geringem Kalkgehalt gedeihen noch: Lupinen, Roggen, Buchweizen, Kartoffeln; höhere Ansprüche machen Futtergräser, Hafer, Gerste; noch höhere: Erbsen, Wicken, Bohnen und Klee, während die höchsten Ansprüche an den Kalkvorrat des Bodens die Luzerne und Esparsette stellen. Daraus ist leicht erklärlich, daß ein Anbau mit den weniger kalkhaltigen Getreidearten den Kalkvorrat eines Bodens nicht so weitgehend in Anspruch nehmen kann als gerade eine Feldgras- oder Fruchtwechselwirtschaft, Betriebsweisen, wie sie auf unseren ostpreußischen Böden in der Gegenwart vorherrschend sind.

Daß die Kulturart der Wiesen in dem Osten eine große Verbreitung und Bedeutung besitzt und daß Ostpreußen nächst Hessen-Nassau die wiesenreichste Provinz der ganzen Monarchie ist, haben die statistischen Erhebungen vollauf bestätigt. Das günstige Wiesenverhältnis stellt sich im Gumbinner

1) Ebermayer, Physiologische Chemie der Pflanzen. I. Bd. Berlin 1882. S. 788.

2) Heinrich, Dünger und Düngen. Berlin 1892. S. 57,

Regierungsbezirk wie 1 : 3; es rührt, wie v. Hippel treffend sagt, nicht nur von den langgezogenen Flußtälern, sondern auch von den zahlreich vorhandenen Feldwiesen her[1]).

In der Niederung ist das Wiesenverhältnis ein noch engeres. Der Anbau von Wiesengras und Klee erfordert aber einen günstigen Kalkgehalt in den Böden, falls ein gutes Gedeihen dieser Pflanzen gesichert sein soll.

Die Halmfrüchte genießen nächst der Kulturart der Wiesen die größte Verbreitung — also Kulturgewächse mit geringen Ansprüchen an den Kalkvorrat in der Ackererde.

Der Anbau von Leguminosen tritt gegenüber den Cerealien sehr zurück. Der Anbau der Kartoffel ist unter den Hackfrüchten überhaupt der größte und nimmt zirka den dritten Teil der Fläche ein, welcher dem Anbau von Hafer gilt. Diese Kulturart nimmt den Kalkvorrat des Bodens nur in sehr geringem Maße in Anspruch.

Das Vorkommen von Luzerne und Esparsette auf den litauischen und masurischen Bodenarten ist ein äußerst beschränktes und fehlt in einzelnen Kreisen gänzlich.

Wir haben gesehen, daß die Kalkerde in den blattreichen Pflanzenteilen angehäuft sind, während die Samen der Kulturgewächse bisweilen nur Spuren oder sehr geringe Mengen Kalk enthalten.

Auf den Kalkvorrat eines Bodens wird daher die Ausfuhr der Ernteerzeugnisse von wesentlichem Einfluß sein.

---

1) Jahrbuch der D. L. G. Berlin 1892. — v. Hippel, Entwickelung und Stand der Landwirtschaft in der Provinz Ostpreußen. S. 159.

Wenngleich auch in den untersuchten Betrieben durch die Ernte nicht unbedeutende Kalkmengen entführt werden, so kommt doch das allermeiste wieder im Stallmist auf den Boden zurück.

Wo eine Stallmistzufuhr erfolgt, werden dem Boden zugleich auch die zum Pflanzenwachstum erforderlichen Kalkverbindungen einverleibt.

Wird aber diese Kulturmaßregel mehrere Jahre nicht innegehalten, so erleidet der Kalkvorrat des Kulturbodens unausgesetzt Verluste, so daß eine gedeihliche Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bald ausgeschlossen bleibt.

Eine rationelle Kalkdüngung oder Mergelung ist da erst imstande, das Kapital an Kalkverbindungen im Boden anzureichern und auf das Pflanzenwachstum günstig einzuwirken, vorausgesetzt, daß es dem Kulturboden an den übrigen erforderlichen Nährstoffen nicht fehlt.

Der Kalk führt dann nicht nur neue Pflanzennahrung zu, sondern er befördert auch die Assimilierbarkeit schon in der Ackererde vorhandener Nährstoffe. Eine Kalkung wird also dann besonders einen dauernden Erfolg haben, wenn reichliche Zufuhr an Stallmist, Gründung oder Handelsdünger statt gehabthat.

Schlusswort.

Abgesehen von einer Zufuhr an Pflanzennährstoffen bezweckt eine Düngung mehr oder weniger auch eine der Vegetation günstigere Beschaffenheit des Kulturbodens, wobei physikalische, chemische und bakteriologische Eigenschaften in Wirkung treten.

Der Kalk hat bekanntlich nach dieser Richtung hin besonders mannigfache Aufgaben zu erfüllen, so

daß über den Wert und die Bedeutung des Kalkes in praktischen Kreisen kein Zweifel heutzutage mehr bestehen kann. Daraus erklärt sich aber auch die Tatsache, daß dieses großartige Hilfsmittel in der landwirtschaftlichen Praxis immer mehr Beachtung findet, und die Kalkzufuhr zum Grund und Boden in vielen Gegenden und auf manchen Gütern Deutschlands, namentlich auch in Ostpreußen, eine Hauptgrundlage des Futterbaus und der Fruchtwechselwirtschaft geworden ist.

Äußerst günstig lauten die Stimmen von den Segnungen einer Kalkzufuhr in den untersuchten Kreisen, soweit eine solche Kulturmaßregel in Anwendung gebracht ist; günstige Erfolge verspricht man sich auch von den in kommenden Jahren anzuwendenden Kalkdüngungen und Mergelungen.

Sofern man diesen hochwichtigern kulturellen Fragen in allen Teilen unser Provinz überall ungeteiltes Interesse entgegenbringt, wird damit ein wichtiger Fortschritt in der historischen Entwicklung des Ackerbaues zu verzeichnen sein.

Es wird damit zugleich der ostpreußischen Landwirtschaft die Aussicht eröffnet, dem Kampfe ums wirtschaftliche Dasein erfolgreicher entgegenzutreten durch Steigerung des Reinertrages und Erhöhung der Ertragssicherheit.

Dann wird auch der Landwirtschaftsbetrieb in unserm Osten für künftige Zeiten den unanfechtbaren Beweis erbringen, daß es dem deutschen Ackerland sehr wohl möglich ist, den steigenden Getreidebedarf bei zunehmender Bevölkerung vollauf zu decken.

Vorliegende Arbeit wurde in dem Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts (Abteilung I) der Universität Köngsberg i. Pr. im Wintersemester 1903 bis 1904 begonnen und am Schluß des Sommersemesters 1904 beendet.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Albert, für die während der Ausführung meiner Arbeit gewährte liebenswürdige Unterstützung, sowie dem Herrn Dr. E. Reisch, I. Assistent des landwirtschaftlichen Institut zu Königsberg i. Pr., für die mir zu teil gewordenen Anregungen meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Thesen.

1. Die chemische Bodenanalyse ist imstande, uns einen Aufschluß über den Gehalt des Bodens an Mineralstoffen zu geben.

2. Für bestimmte Bezirke muß die zweckmäßige Trennung von Halbblut- und Kaltblutzucht als erstrebenswerte Wirtschaftsmaßregel gelten.

Lebenslauf.

Ich, Julian Richard Arno Kadgien, bin am 30. September 1881 geboren zu Goldap, Kreis Goldap, als Sohn des früheren Bürgermeisters Richard Kadgien und seiner Ehefrau Anna, geb. Schlesier. Ich gehöre der evangelischen Konfession an.

Meine erste Schulbildung genoß ich auf der höheren Privatknabenschule meiner Heimatstadt, bezog dann Ostern 1896 die Obertertia des Kneiphöfischen Stadtgymnasiums hierselbst, im Herbst 1899 die Unterprima des Königl. Friedrichskollegiums, welches ich Michaelis 1901 mit dem Zeugnis der Reife verließ; darauf bezog ich die Albertusuniversität in Königsberg und widmete mich dem Studium der Landwirtschaft und erledigte währenddessen eine neunmonatliche landwirtschaftliche Praxis.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Dozenten:

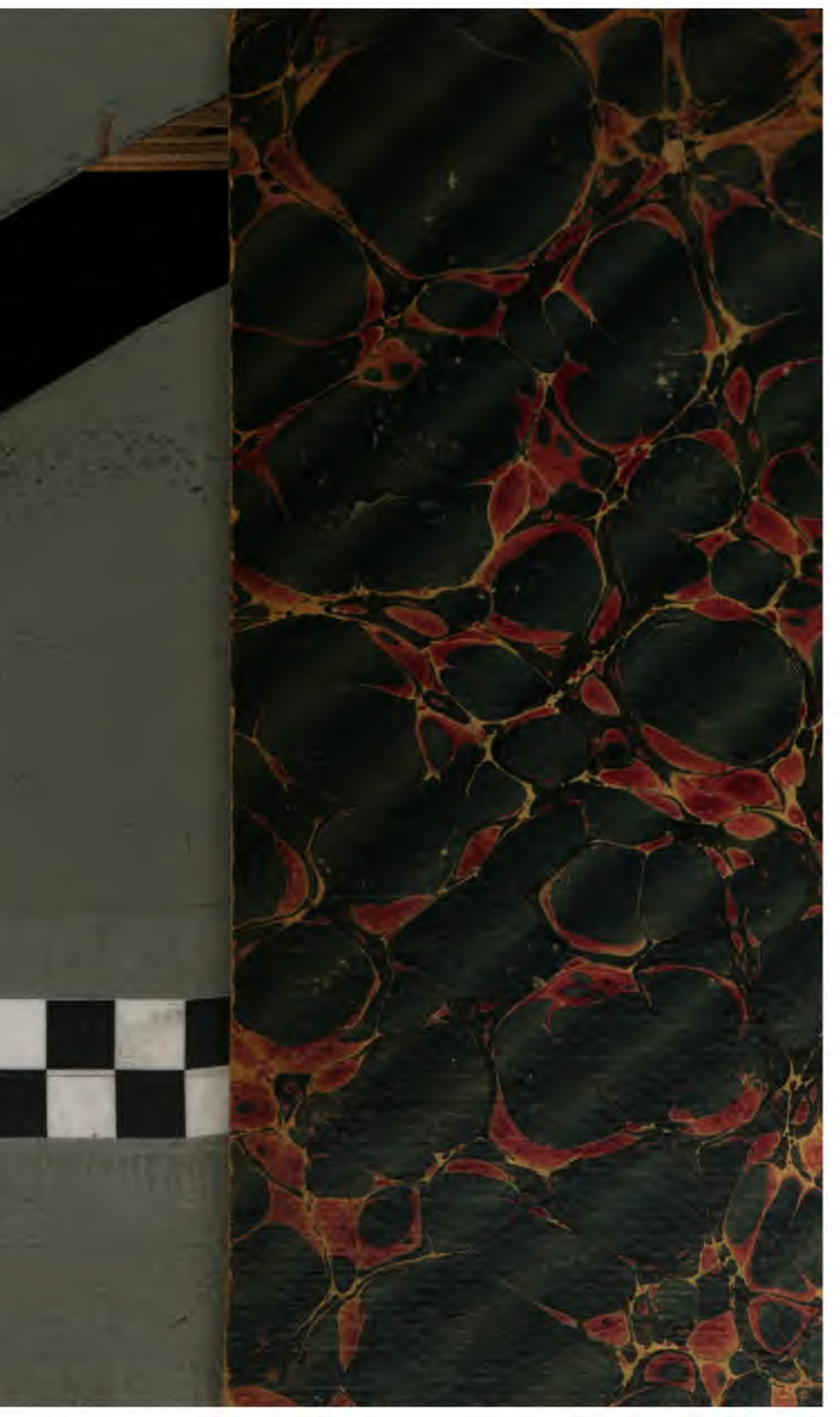
Albert, Backhaus, Braun, Diehl, Gisevius, Gutzeit, Hittcher, Lossen, Lürssen, Mügge, Pilz, Schellwien, Stutzer.

Ihnen sage ich an dieser Stelle meinen ergebensten Dank.

lgien, bin a
Kreis Golda
chard Kadgie
r. Ich gehör

uf der höheren
bezog dann
fischen Stadt-
Unterprima de
Michaelis 1901
uf bezog ich
widmete mich
gte während-
liche Praxis.
die Herren

hl, Gisevius,
en, Mügge.

ergebensten

YB 51442